

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**  
**імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**  
**ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування**

«На правах рукопису»  
допущено»

«До захисту

УДК  
кафедри \_

Завідувач

О.В. Гондляр

«\_»\_\_\_\_\_ 20 р.

**Магістерська дисертація**

**на здобуття ступеня магістра зі**  
**спеціальності 133 – Галузеве машинобудування**  
**на тему: «Лінія для виробництва лінолеуму з модернізацією вальців»**

Виконав:

студент 2 курсу, групи ЛП-81мп

Сімонян Артур Самвелович

Керівник:

д.т.н. Васильченко Г.М.

Рецензент:

Засвідчую, що у цій магістерській  
дисертації немає запозичень з праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Студент \_

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України**  
**«Київський політехнічний інститут**  
**імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет інженерно хімічний

(повна назва)

Кафедра хімічно полімерне силікатне машинобудування

(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність (спеціалізація) 133 Галузеве машинобудування

(код і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ О. В. Гондлях  
(підпис) (ініціали, прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**на магістерську дисертацію студенту**

Сімонян Артур Самвелович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Лінія для виробництва лінолеуму з модернізацією вальців  
науковий керівник дисертації професор, д.т.н. Васильченко Г.М,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом дисертації 13.12.2019

3. Об'єкт дослідження Машина для виробництва лінолеуму.

4. Предмет дослідження Агрегат для виробництва лінолеуму з модернізацією вальців.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: Зміст; Вступ; Призначення та галузь застосування; Технічні характеристики базової конструкції; Літературний огляд стану питання; Опис базової конструкції, її основних

частин; Охорона праці; Математична модель; Побудова моделі конструкції моста; Розрахунок глобальної задачі; Висновок.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: загальний вигляд конструкції; секція ферми жорсткості; вузол кріплення похилих підвісок; глобальна задача; власні форми коливань; деформована схема мосту; схема деформування; розрахунок 3D моделі.

7. Орієнтовний перелік публікацій: Температурні напруження у матеріальному циліндрі екструдера у режимі стартового розігріву; Розробка 3D моделі фермової конструкції для подальшого її розрахунку методом скінчених елементів.

#### 8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Загальний	Прізвище, ініціали та посада	модернізація	плагіат
Перевірка	Щербина В.Ю., д.т.н., проф.		
Монтаж і експлуатація обладнання	Борщик С.О., ст. викл.		

9. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Вступ		
2	Призначення та галузь застосування		
3	Технічні характеристики базової конструкції		
4	Літературний огляд стану питання		
5	Опис базової конструкції, її основних частин		
6	Охорона праці		
7	Математична модель; Побудова моделі конструкції моста		

8	Розрахунок глобальної задачі		
9	Висновки		
10	Оформлення ПЗ		
11	Оформлення креслень		

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

А.С. Сімонян

(ініціали, прізвище)

Керівник дисертації

\_\_\_\_\_

(підпис)

Г.М. Васильченко

(ініціали, прізвище)

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на тему "Лінія для виробництва лінолеуму з модернізацією вальців" виконана студентом групи ЛП-81мп Сімонян А.С, завідувач - доктор технічних наук, професор – Васильченко Г.М.

Магістерська дисертація містить "Пояснювальну записку", що складається з 3 розділів. Загальний обсяг магістерської дисертації становить \_\_ сторінок, \_\_ зображень та \_\_ джерел посилань.

Мета магістерської дисертації – дослідження лінії для виробництва лінолеуму з модернізацією вальців. В проекті виконаний патентний пошук для модернізації вальців з метою покращення роботи лінії для підвищення її працездатності і визначення можливостей конструктивної зміни вальців.

З використанням 3D-моделі виконані розрахунки напружено-деформованого стану основних деталей вальців, що дозволяє зробити висновок про їх стан, працездатність та довговічність.

За результатами роботи над магістерською дисертацією були опубліковані дипломні роботи.

Проект магістра також відповідає вимогам охорони праці.

Ключові слова: ЛІНІЯ, ЛІНОЛЕУМ, ВАЛЬЦІ

## РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация на тему "Линия для производства линолеума с модернизацией вальцов" выполнена студентом группы ЛП-81мп Симонян А.С, заведующий - доктор технических наук, профессор - Васильченко Г.М.

Цель магистерской диссертации – исследование линии для производства линолеума. Магистерская диссертация содержит "пояснительную записку", состоящую из 3 разделов. Общий объем магистерской диссертации составляет \_\_ страниц, \_\_ фотографий и \_\_ источников ссылок.

Проект имеет патентный поиск модернизации вальцов для улучшения работы линии для поднятия ее работоспособности и прочности.

Расчет деформаций, нагрузок на деталь (с помощью 3D-модели) позволяет сделать вывод о состоянии работоспособности и долговечности детали.

По результатам работы над магистерской диссертацией были опубликованы дипломные.

Проект магистра также отвечает требованиям охраны труда.

Ключевые слова: ЛИНИЯ, ЛИНОЛЕУМ, ВАЛЬЦЫ

## **ABSTRACT**

The master's dissertation on the topic “Line for the production of linoleum with roller modernization” was made by a student of the gr. LP-81mp A. Simonyan, the head is Doctor of Technical Sciences, professor G. Vasilchenko

The purpose of the master's dissertation is to study the line for the production of linoleum. The master's thesis contains an “explanatory note” consisting of 3 sections. The total volume of the master's dissertation is \_\_ pages, \_\_ photos and \_\_ sources of links.

The purpose of the master's thesis is to study the linoleum production line with roller modernization. The project carried out a patent search for the roller modernization in order to improve the operation of the line in order to increase its efficiency and to determine the possibility of constructive change of the rollers.

Using the 3D model, calculations of the stress-strain state of the main roller parts were made, which makes it possible to conclude on their condition, efficiency and durability. The master's project also meets the requirements of labor protection.

**Keywords:** LINE, LINOLEUM, ROLLERS

**Пояснювальна записка**  
**до магістерської дисертації**  
**на тему:**  
**«Лінія для виробництва лінолеуму з модернізацією вальців»**

**Київ 2019**



## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

Площа скінченного елемента, м <sup>2</sup>	$A^i$
Коваріантні компоненти тензора деформацій	$e_{ij}$
Компоненти тензора фізико механічних характеристик	$C^{ijkl}$
Температурні деформації	$e_{kl}^T$
Тензор напружень, Па	$\sigma^{ij}$
Тензор деформацій	$e_{rp}^m$ $l$
Кількість циклів навантаження	N
Модуль Юнга, Па	E
Матриця жорсткості CE	$[F]^\vartheta$
Вектор навантажень, Н	$\{f_m^{i'}\}$
Функції приведення	$F_S^i$
Радіус-вектор точки K після деформації	$\bar{R}$
Коефіцієнт запасу	$n$
Поле накопичених напружень в CE, Па	$\sigma_l$
Максимальне значення напруження, Па	$\sigma_{\max}$
Інтенсивність виділення енергії, Па·м	G
Коваріантні компоненти метричного тензора	$g_{ij}$
Коефіцієнти матриці жорсткості ізопараметричного	$\tilde{G}_{fsrt}^{i'p'}$

скінченного елемента

Метричний тензор деформованого тіла	$G_{ij}$
Поле вузлових узагальнених навантажень, що прикладаються до конструкції, Н	$P_n$
Поле вузлових нев'язок, Н	$r_n$
Приріст навантаження, Н	$\Delta P$
Реакція у вузлі, Н	$R_i^p$
Еквівалентне напруження, Па	$\nu$
Коефіцієнт Пуассона	$\sigma$
Межа текучості при розрахунковій температурі, Па	$R_{p0.2}^T$
Радіус-вектор	$\vec{r}$
Вектор переміщень, м	$\vec{u}$
Коефіцієнт температурного розширення, 1/°C	$\alpha_{kl}$
Приріст температури, °C	$\Delta T$
Об'єм, м <sup>3</sup>	$V$
Компоненти градієнта переміщень, м/м	$\xi_{mn}$

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>13</b>
<b>1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ.....</b>	<b>14</b>
<b>2.ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ.....</b>	<b>15</b>
<b>3. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ БАЗОВОГО ОБЛАДНАННЯ, ОСНОВНІ ЧАСТИНИ ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ .....</b>	<b>19</b>
<b>4 СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМ .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1 ПАТЕНТНО-ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2 Обґрунтування запропонованої модернізації .....</b>	<b>27</b>
<b>5. ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК ЧЕРВ'ЯЧНОГО ЕКСТРУДЕРА .....</b>	<b>30</b>
<b>5.1 Параметричний розрахунок черв'ячного екструдера.....</b>	<b>30</b>
<b>5.1.1 Розрахунок геометричних параметрів черв'яка .....</b>	<b>30</b>
<b>5.2.1 Розрахунок продуктивності екструдера ЧП-70 .....</b>	<b>32</b>
<b>5.2.2 Розрахунок потужності приводу екструдера ЧП-90 .....</b>	<b>33</b>
<b>5.2.3 Розрахунок потужності приводу .....</b>	<b>35</b>
<b>5.3 Міцнісний розрахунок черв'яка .....</b>	<b>38</b>
<b>5.6. Розрахунок корпусу на міцність .....</b>	<b>43</b>
<b>5.7. Тепловий розрахунок .....</b>	<b>46</b>
<b>6 ОХОРОНА ПРАЦІ.....</b>	<b>53</b>
<b>6.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів. ....</b>	<b>54</b>
<b>6.1.1 Повітря робочої зони.....</b>	<b>54</b>
<b>6.1.2 Пожежна безпека.....</b>	<b>56</b>
<b>6.1.3 Безпека від впливу частин, що рухаються або обертаються.....</b>	<b>60</b>
<b>6.1.4 Електробезпека .....</b>	<b>60</b>
<b>6.1.5 Промислове освітлення .....</b>	<b>61</b>
<b>6.1.6 Шум .....</b>	<b>61</b>
<b>7. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП ПРОЕКТУ .....</b>	<b>63</b>
<b>7.1 Опис ідеї проекту .....</b>	<b>63</b>
<b>7.2 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту .....</b>	<b>65</b>
<b>8.....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>73</b>

1.....	83
1 2.....	84
2 3.....	85
Зміст переходу.....	88
Зміст переходу .....	89

## ВСТУП

Машини для переробки пластичних мас та резинових сумішей служать для перетворення сировинного полімерного матеріалу у вироби шляхом зміни його властивостей, стану та форми. У результаті технологічних операцій які реалізуються у машинах, з пластмас та резинових сумішей отримують різні види виробів технічного та побутового призначення.

Обладнання полімерного машинобудування, що випускається машинобудівними підприємствами України повинно задовольняти все більш зростаючим вимогам, що висувуються до якості виробів, які виготовляються на даному обладнанні. У той же час машини для переробки полімерних матеріалів повинні бути високопродуктивними, безпечними у використанні з точки зору забезпечення необхідних умов охорони праці та бути максимально автоматизованими.

Черв'ячні машини – один з найбільш розповсюджених видів обладнання, що використовується в промисловому виробництві і переробці полімерних матеріалів.

Покращення якості та технологічних показників виробу досягається вдосконаленням та автоматизуванням механізмів лінії. Підвищення економічних показників виготовлення кінцевого продукту досягається головним чином за рахунок підвищення продуктивності процесу.

# 1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ

Лінія призначена для виробництва виробів – лінолеуму з гранул полімеру

Дана лінія може використовуватися для масового, середнього та малого виробництва.

Лінолеум-гнучке та штучне полотно, яке використовується для покриття підлог.

Основу штучного лінолеуму в основному складають пластмаси.

Споживачами таких машин можуть бути фірми, що налаштовані на виробництво будівельних матеріалів.

Сама лінія для виробництва лінолеуму показана нижче:

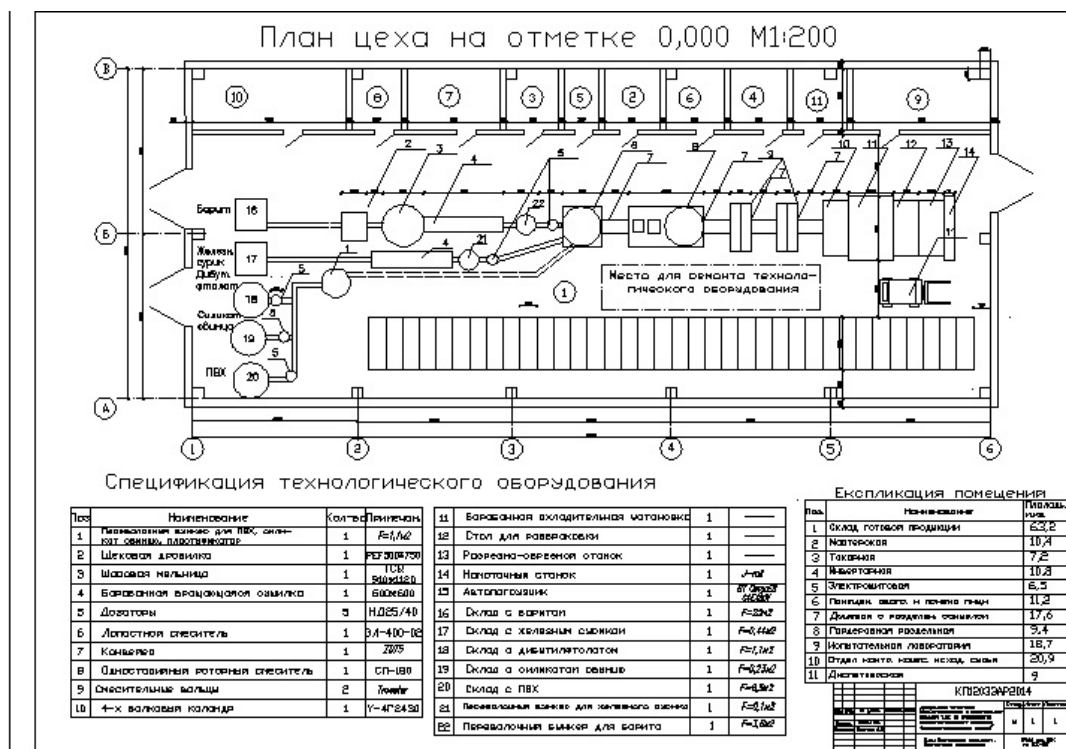


Рис 1.1 – Лінія для виробництва лінолеуму

## 2.ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика лінії для виробництва лінолеуму

Найменування параметру	Значення параметру
Продуктивність, кг/год	До 150
Кінцевий продукт – гранули, розмірами, мм	2...5
Частота обертання черв'яка, об/хв Регулюється безступінчато	15...150
Енергопостачання лінії:  енергопостачання – мережа 3-х фазного струму з заземленою нейтраллю  напруга, <i>V</i>  частота, <i>Гц</i> <i>ГОСТ13109-67</i>	  380/220  50
Водопостачання лінії – мережа оборотного промислового водопостачання – тиск, <i>МПа</i>	0,2...0,6
Повітря стиснене – тиск, <i>МПа</i>	0,2...0,6
Об'ємна витрата стисненого повітря  <i>м³/год</i> , не більше	8
Об'ємна витрата води, <i>м³/год</i> ,	не більше 2
Загальна встановлена потужність, <i>кВт</i> :  1) електродвигунів  2) електронагрівачів	  50  14,5

Габаритні розміри, мм	
1) довжина	6555
2) ширина (без пультів та шкафів управління)	1110
3) висота	1380

Технічна характеристика машини наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Технічна характеристика черв'ячного преса ЧП 90

Найменування параметру	Значення параметру
Номінальний діаметр черв'яка, мм	90
Відношення робочої довжини черв'яка до його номінального зовнішнього діаметру	30
Матеріал, що переробляється	поліетилен низького тиску марки 273-79 і 273-80 по ТУ6-06-1870-84
Частота обертання черв'яка (безступінчасте регулювання), с <sup>-1</sup>	0.295-2.95
Привод черв'ячного преса, кВт	80
Номінальна продуктивність, кг/год	250
Обігрів корпусу черв'ячного преса, головки преса	електричний, нагрівачами
Число зон, що обігріваються, шт.	
- корпус преса	3
- головка преса	4



<p>Енергопостачання:</p> <p>електропостачання—мережа трифазного струму напругою, В</p> <p>частота, Гц</p>	<p>380/220</p> <p>50</p>
Установлена потужність нагрівачів, кВт	16,5
Охолодження корпусу преса	повітряне від індивідуальних вентиляторів
Сумарна потужність електродвигунів вентиляторів, кВт	1,5
Установлена потужність електроустаткування, кВт	98
<p>Регулювання температурного режиму по зонах автоматичне.</p> <p>Діапазон регулювання температури, °С</p>	50-250
Водопостачання	з мережі технологічного водопроводу
Об'ємна витрата води при температурі 20 °С, м <sup>3</sup> /год	не більш 1,5
<p>Стиснене повітря – від заводської магістралі 7..9 класу забруднення за ГОСТ 17433-80</p> <p>тиск, МПа</p> <p>об'ємна витрата стиснутого повітря при температурі 20°С, м<sup>3</sup>/год</p>	<p>0,4-0,6</p> <p>3,5</p>

Маса преса в робочому стані, кг	3830

### 3. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ БАЗОВОГО ОБЛАДНАННЯ, ОСНОВНІ ЧАСТИНИ ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ

Екструдер, призначений для безперервної переробки гранульованих або порошкоподібних полімерів в однорідний розплав і рівномірного видавлювання його крізь сопло та формування форму за допомогою валців зображений на рис 3.1.

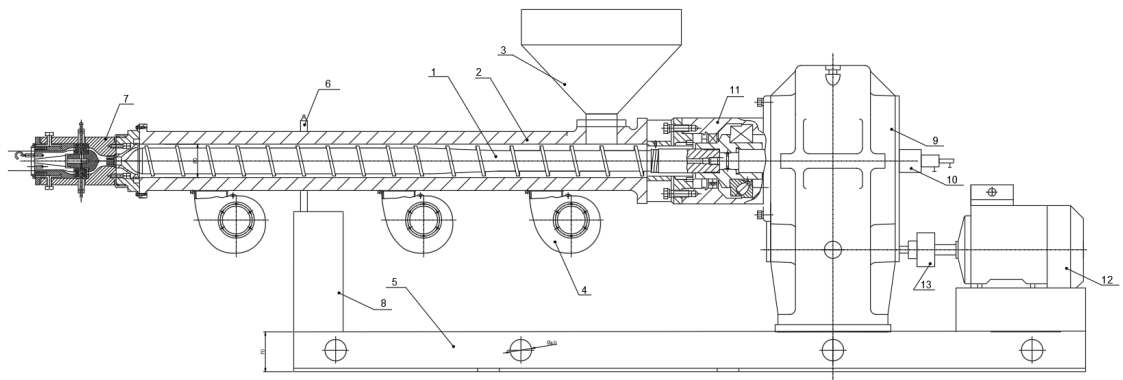


Рис 3.1 – Екструдер

Опис роботи цієї машини представляє собою наступне: полімерний матеріал з бункера 3 надходить в матеріальний циліндр 2, захоплюється обертовим черв'яком 1 і транспортується до формуючої голівки 7. При цьому полімер в живильній, зоні черв'яка розм'якшується і ущільнюється в пробку, в зоні стиснення він розплавляється, а в зоні дозування гомогенізується і готується до подачі в формуючу головку. Для забезпечення необхідного теплового режиму і умов транспортування на матеріальному циліндрі встановлені зони охолодження 4, а для контролю температури служать термопари 6. Конструкція черв'яка, як правило, передбачає його внутрішнє охолодження водою, яка подається і відводиться через пристрій 10. Черв'як отримує обертання від електромеханічного приводу, що складається з електродвигуна 12 постійного або змінного струму, муфти 13 і редуктора 9. Осьове зусилля, що діє на черв'як в напрямку, протилежному транспортуванню розплаву, сприймається підшипниковим вузлом 11. Всі робочі вузли екструдера змонтовані в корпусі 8, який знаходиться на станині 5.

## **4 СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМ**

Задачею дисертації є модернізація вальців у лінії для виробництва лінолеуму. Для рішення цієї задачі було проведено літературно-патентний огляд. Огляд проведений на підставі аналогічних конструкції машини та схожих механізмів. Предметом пошуку є типи валці для подальшої її модернізації.

### **4.1 ПАТЕНТНО-ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД**

У проекті розробляється конструкція екструдера, призначеного для виготовлення лінолеуму. Проектована лінія містить екструдер, систему вальців та барабан для намотування. Предметом пошуку є типи валці для подальшої її модернізації.

Авторами [1] запропоновано винахід, що відноситься до прокатного виробництва і може бути використано для з'єднання робочого валка прокатної кліті зі шпинделем в основному на безперервних станах холодної прокатки смуги, де вібрація шпинделів негативно впливає на якість прокату. В пристрої для з'єднання прокатного валка зі шпинделем, що містить шийку валка - трєф, на яку одягнена муфта шпинделя, лопатку, розташовану на трєфах валка, рухливі клини і два змінних сегмента центрування в муфті шпинделя, поздовжні половинки муфти шпинделя є рухливі клини, виконані за одне ціле з половинками сегментів центрування шпинделя у вигляді двох півкіл з можливістю переміщення, при цьому на муфті шпинделя встановлена обойма з пакетом пружин, а на важелях врівноважує пристрої шпинделя я встановлені гідроциліндри переміщення рухомий обойми з пакетом пружин з додатком зусиль строго по осі шпинделя незалежно від його положення.

Пристрій забезпечує збільшення терміну служби шпинделя і підвищення якості прокату.

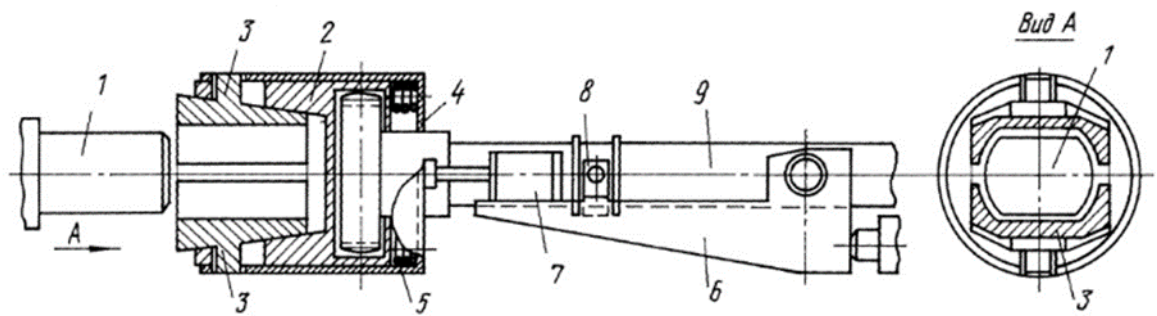


Рисунок 4.1 – Пристрій з'єднання прокатного валка зі шпинделем

Авторами [2] запропоновано винахід, що відноситься до прокатного виробництва і може бути використано в трансмісії приводу валків прокатних станів. Суть винаходу: вузол сполучення прокатного валка зі шпинделем включає приводний хвостовик прокатного валка у вигляді двох циліндричних центруючих частин і розташованої між ними частини для передачі крутного моменту, обойму з перегородкою, що розділяє її на муфтову і шарнірну частини, і тіло шпинделя. Перегородка, що розділяє муфтову і шарнірну частини обойми виконана у вигляді склянки, своїм дном спрямованого в сторону тіла шпинделя, і з внутрішньою порожниною, в якій розміщена кінцева циліндрична центруюча частина хвостовика прокатного валка з довжиною, що перетинає центральну площину шарнірної частини.

Розділова перегородка у вигляді склянки розташована у відповідній порожнини тіла шпинделя з зазором, що забезпечує взаємний перекіс тіла і обойми шпинделя. Винахід дозволяє підвищити надійність роботи головного приводу кліті, стійкість прокатних валків, якість металу, що прокочується.

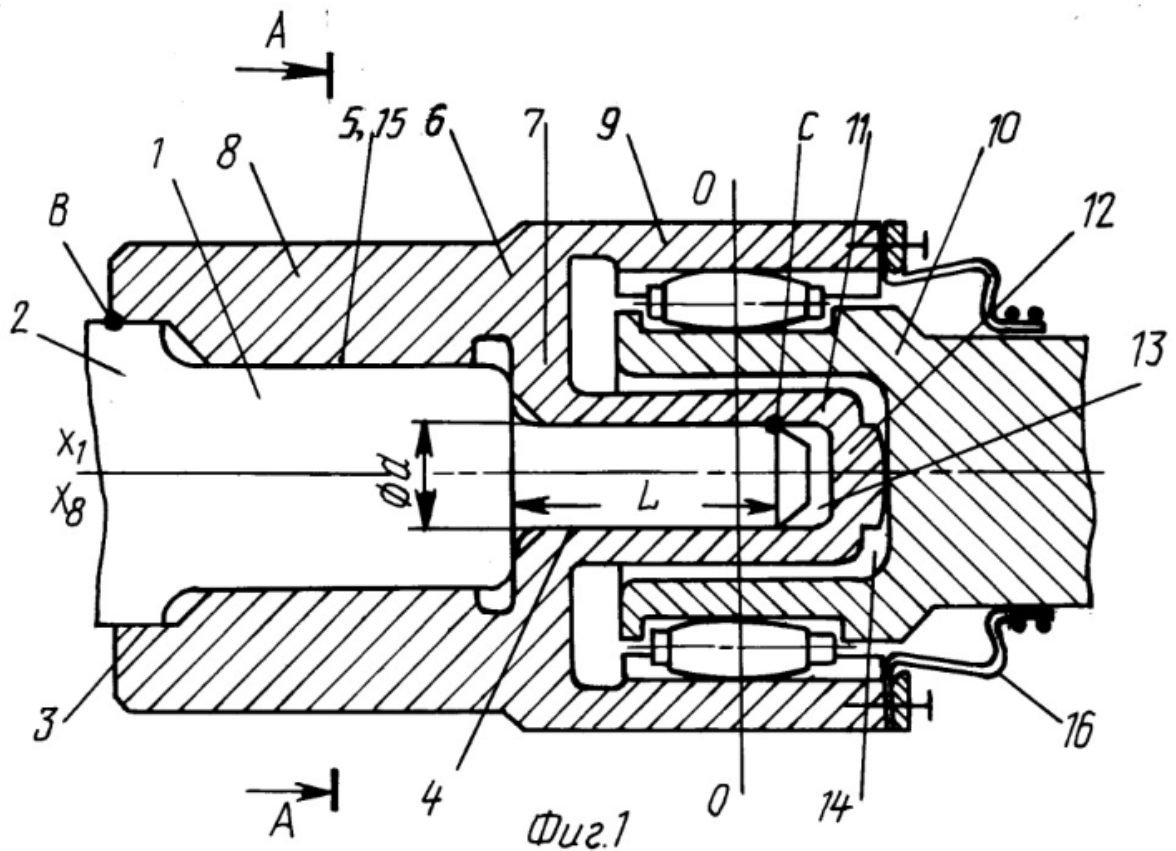


Рисунок 4.2 – Вузол сполучення прокатного валка зі шпинделем

Авторами [3] запропоновано винахід, що відноситься до прокатного виробництва і може бути використано в трансмісії приводу погано в прокатних станів. Мета винаходу - підвищення надійності і працездатності шпинделя, скорочення аварійних простоїв, підвищення продуктивності прокатного стану і якості прокочуються смуг. У вузлі сполуки прокатного валка зі шпинделем, що включає приводний шийку валка з циліндричною частиною і лопатою, зубчасту втулку, в якій встановлена лопать, зубчасту обойму, жорстко з'єднану з валом шпинделя, і вузол ущільнення, встановлений на торці обойми з боку валка, в зубчастій втулці виконані поздовжні кутові пази, в яких встановлені вкладиші прямокутного поперечного перерізу, які взаємодіють з площинами лопаті, на кінці внутрішньої поверхні втулки з боку валка виконана циліндрична

розточування, в якій розташовані виконані у вигляді арки кінцеві виступи вкладишів, зовні виступи і кінцева ділянка втулки з внутрішнім расточкой закриті торцевих прохідним фланцем з глухою кільцевої расточкой, в стінках прохідного фланця і втулки на ділянці їх сполучення перпендикулярно плоских поверхонь вкладишів виконана спільні отвори, в яких встановлені прізонніе борти, внутрішня поверхня прохідного фланця пов'язана з циліндричною частиною шийки валка, з боку шпинделя торець втулки закритий кришкою, встановленої на зовнішньої поверхні втулки по посадці з натягом, на внутрішній поверхні кришки виконаний центральний виступ, розташований всередині втулки, виступ має форму поперечного перерізу лопаті і пов'язаний своїми плоскими поверхнями по посадці з зазором з відповідними поверхнями вкладишів, а всередині виступу виконаний отвір, в якому встановлений центруючий циліндричний хвостовик лопаті шийки валка.

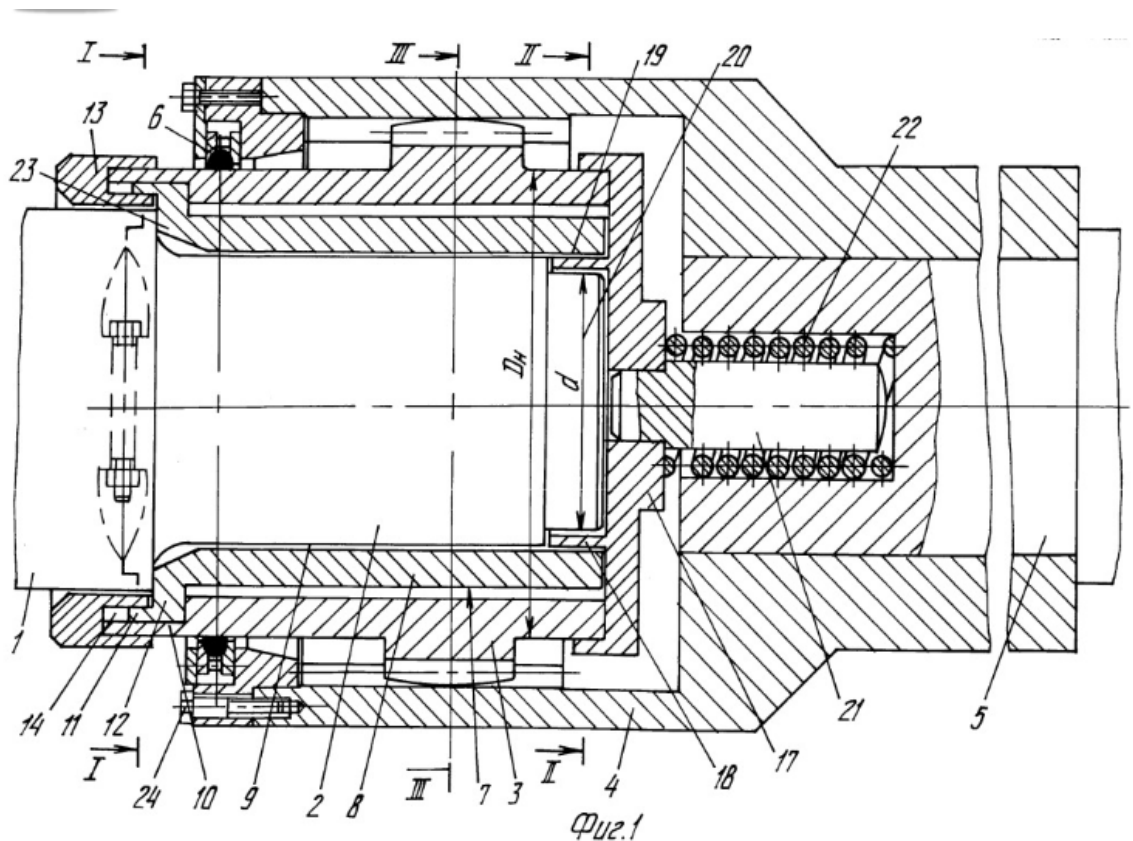


Рисунок 4.3 - Вузол з'єднання прокатного валка зі шпинделем

Авторами [4] запропоновано винахід, що відноситься до машинобудування, а більш конкретно до пристроїв для підтримки шпинделів при зміні робочого органу в трансмісіях машин, зокрема при зміні робочих валків. Пристрій для підтримки шпинделів складається з стаціонарної рами з двома важелями, шарнірно закріплених на ній і пов'язаних з гідроциліндрами. Кожен важіль забезпечений опорної головкою, встановленої з можливістю кочення в шарнірі важеля.



Важіль забезпечений гвинтовим регулювальним механізмом, а опорна головка забезпечена своїм гвинтовим регулювальним механізмом. Механізм забезпечує регулювання важеля щодо рами, а інший механізм забезпечує регулювання головки щодо важеля. Головка має радіальний виступ, який може контактувати з канавкою шпинделя.

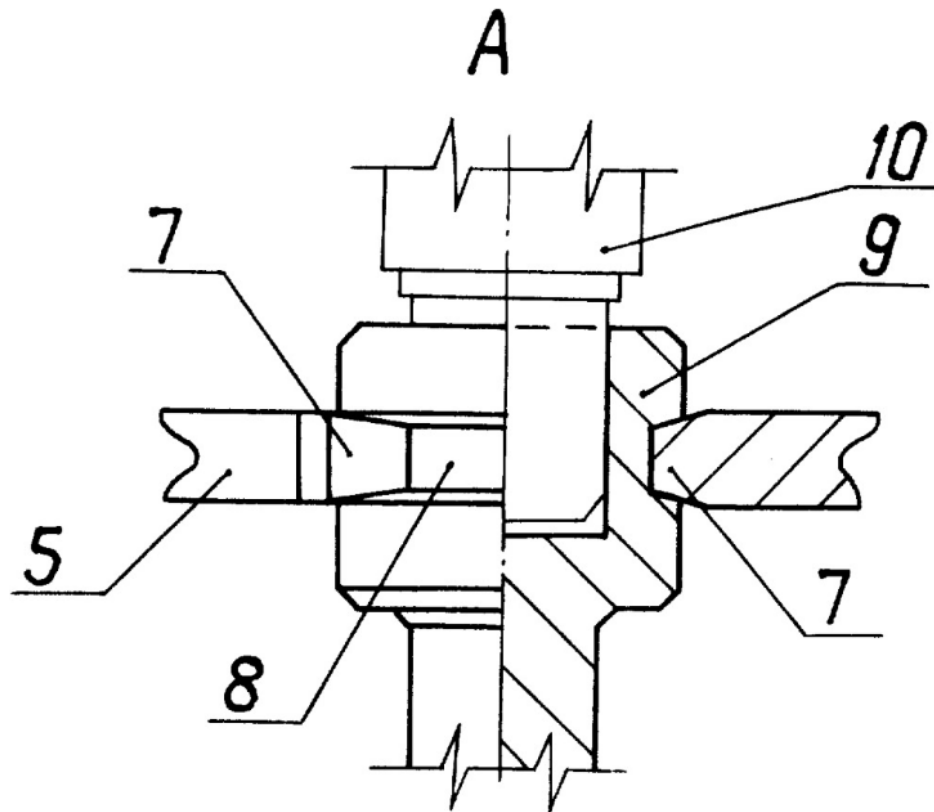


Рисунок 4.4 - Пристрій для підтримки шпинделя

Авторами [5] запропоновано винахід, що відноситься до прокатного обладнання, а точніше до приводів прокатних станів, і стосується конструкцій універсальних шарнірів шпинделів. Суть винаходу: передача крутного моменту від напівмуфти 1 до напівмуфти 2 здійснюється через хрестовину 5 за допомогою радіальних підшипників 4. Радіальні зусилля, що виникають в шарнірі, сприймаються упорними п'ятами 7 і кришками 10 по їх сферичним контактних поверхнях, центри яких поєднані з кинематическим центром шарніра в точці О, що мають мастильні канавки 8 і перехідну конічну поверхню на кришках 10. Це дозволяє уникнути виникнення додаткових осьових і радіальних навантажень, збільшити зносостійкість, ін ость, навантажувальну здатність і довговічність шарніра без збільшення його

діаметральні габаритів. Винахід дозволяє підвищити навантажувальну здатність, довговічність і зносостійкість шарніра без збільшення діаметральні габаритів.

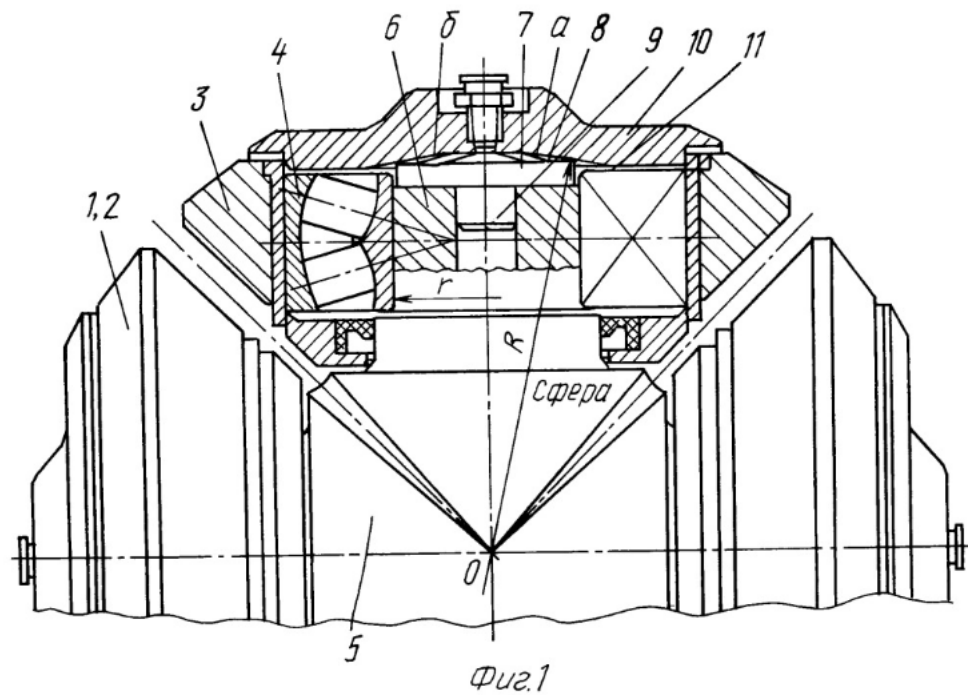


Рисунок 4.5 – Універсальний шарнір

З наведеного огляду патентів можна зробити висновок, що з метою модернізації вальців найбільш доречно використати технічні рішення, які запропоновані в [1] і в [4].

## 4.2 Обґрунтування запропонованої модернізації

Для вирішення поставленого завдання було обрано патент [1] на основі якого було проведено модернізацію валків. Суть модернізації полягає в тому, що в пристрої з'єднання прокатного валка зі шпинделем, що містить шийку валка - трєф, на яку одягнена муфта шпинделя, лопатку, розташовану на трєфах валка, рухливі клини і два змінних сегмента центрування в муфті шпинделя, поздовжні половинки муфти шпинделя є рухливі клини, виконані за одне ціле з половинками сегментів центрування шпинделя у вигляді двох півкіл з можливістю переміщення, при цьому на муфті шпинделя встановлена рухома обойма з пакетом пружин, а на важелях врівноважує пристрої ва шпинделя, встановлені гідроциліндри переміщення рухомий обойми з пакетом пружин з додатком зусилля строго по осі шпинделя незалежно від його положення.

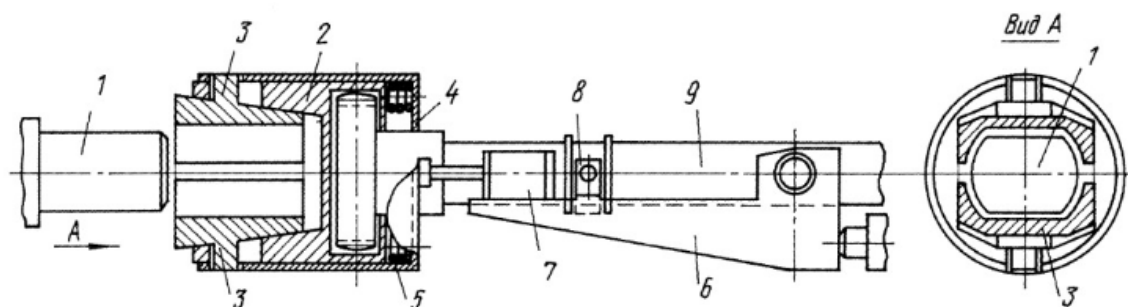


Рисунок 4.2.1 – Поздовжній розріз механізму замикання форми

Пристрій працює в такий спосіб.

Після установки стану на перевалку розкріплює осьової фіксатор робочого валка. На вільний кінець трєфа робочого валка одягається перевалочна траверса (Балда), підвішена до електромостового крану Потім хитним важелем 6 з рухомою опорою 8 за рахунок гідравліки підводиться шпиндель 9. Чи включаються гідроциліндри 7, що переміщують обойму 4 і одночасно стискають пакет пружин 5. При русі обойми 4 внутрішні поздовжні половинки муфти 3 переміщаються по конусним напрямних, в результаті чого внутрішній отвір в муфті шпинделя збільшується.

Це дозволяє легко вивалити і завалити новий робочий валок. Після чого операція йде в зворотному порядку.

Під час роботи при обертанні валка відбувається постійне притиснення поздовжніх половинок муфти 3 до циліндричної частини трефа валка 1 зусиллям попередньо стисненого пакета пружин 5, переданого обоймою 4.

Це зусилля прагне зрушити поздовжні половинки муфти 3 по кінцевих напрямних, завдяки чому забезпечується центрування шпинделя по трефу валка і напружений стан з'єднання.

Використання пропонованого технічного рішення для модернізації існуючих станів холодної прокатки, де перевалки робочих валків здійснюється кранової траверсой, дозволить отримати наступний технічний ефект: 1. Усунути зазор, забезпечити центрування і з'єднання по напруженою посадці муфти шпинделя і трефа валка, що забезпечує роботу шпиндельного з'єднання без вібрації і підвищеного зносу, що збільшує термін служби шпинделів і підвищує якість прокату.

Авторами [4] запропоновано винахід, що відноситься до машинобудування, а більш конкретно до пристроїв для підтримки шпинделів при зміні робочого органу в трансмісіях машин, зокрема при зміні робочих валків. Пристрій для підтримки шпинделів складається з стаціонарної рами з двома важелями, шарнірно закріплених на ній і пов'язаних з гідроциліндрами. Кожен важіль забезпечений опорної головкою, встановленої з можливістю кочення в шарнірі важеля.

Важіль забезпечений гвинтовим регулювальним механізмом, а опорна головка забезпечена своїм гвинтовим регулювальним механізмом. Механізм забезпечує регулювання важеля щодо рами, а інший механізм забезпечує регулювання головки щодо важеля. Головка має радіальний виступ, який може контактувати з канавкою шпинделя.

## 5. ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК ЧЕРВ'ЯЧНОГО ЕКСТРУДЕРА

### 5.1 Параметричний розрахунок черв'ячного екструдера

#### 5.1.1 Розрахунок геометричних параметрів черв'яка

Вихідні дані:

—Діаметр черв'яка  $D = 90$  мм;

—Ступінь стискування черв'яка  $i = 1$ ;

—Відношення робочої довжини черв'яка до діаметра  $\frac{L}{D} = 30$ .

Робоча довжина черв'яка:

$$L = \left(\frac{L}{D}\right) D,$$

$$L = 30 \times 0,090 = 2,7 \text{ м.}$$

Робоча довжина черв'яка складається з довжини зони дозування, довжини зони плавлення та стискання та довжини зони завантаження.

Довжина зони дозування черв'яка при  $L = 2,700$  м:

$$L_H = 0,4L,$$

$$L_H = 0,4 \times 2,70 = 0,84 \text{ м.}$$

Довжина зони завантаження черв'яка:

$$L_3 = 0,25L,$$

$$L_3 = 0,25 \times 2,70 = 0,525 \text{ м.}$$

Довжина зони плавлення та стискання черв'яка:

$$L_C = L - L_H - L_3,$$

$$L_C = 2,70 - 0,84 - 0,525 = 0,735 \text{ м.}$$

Визначаємо крок гвинтової лінії, якщо діаметр черв'яка  $D = 0,090$  м:

$$t = 1,03D,$$

$$t = 1,03 \times 0,90 = 0,721 \text{ м.}$$

Ширина гребеня витка каналу черв'яка:

$$e = 0,08D,$$

$$e = 0,08 \times 0,90 = 0,056 \text{ м.}$$

Глибина гвинтового каналу черв'яка в зоні завантаження:

$$h_1 = 0,127D,$$

$$h_1 = 0,127 \times 0,90 = 0,088 \text{ м.}$$

Глибина гвинтового каналу черв'яка у зоні дозування:

$$h_2 = 0,5 \left[ D - \sqrt{D^2 - \frac{4h_1}{i} (D - h_1)} \right],$$

$$h_2 = 0,5 \left[ 0,90 - \sqrt{0,90^2 - \frac{4 \times 0,88}{1} (0,90 - 0,088)} \right] = 0,0054 \text{ м.}$$

Таким чином, геометричні параметри черв'яка визначені.

## 5.2 Кінематичний розрахунок черв'ячного екструдера

### 5.2.1 Розрахунок продуктивності екструдера ЧП-70

Продуктивність екструзійної машини  $Q$  прийнято визначати в технічних одиницях виміру  $[Q] = \frac{\text{см}^3}{\text{хв}}$ .

*Вихідні дані:*

—Кількість заходів черв'яка  $\lambda = 1$ ;

—Число обертів черв'яка  $n = 1,25 \text{с}^{-1} = 75 \text{ об/хв}$ .

—Зазор між гребнем черв'яка і циліндром  $\delta = 0,0015 \text{ м}$ ;

—Коефіцієнт форми для формуючого інструменту (голівки)

$$K = 0,28 \times 10^{-3} \text{ см}^3.$$

Попередньо отримані дані:  $D = 0,90 \text{ см}$ ;  $L_H = 84 \text{ см}$ ;  $t = 0,721 \text{ м}$

$e = 0,56 \text{ см}$ ;  $h_2 = 0,0054 \text{ м}$ .

Визначальний і обмежувальний вплив на продуктивність машини має дозуюча зона черв'яка, у якій матеріал перебуває в стані розплаву. Тому розрахунок продуктивності екструзійної машини виконується по зоні дозування.

$$Q = \frac{\alpha K n}{K + \beta + \gamma},$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт прямого потоку розплаву;  $\beta$  – коефіцієнт зворотного потоку розплаву;  $\gamma$  – коефіцієнт потоку витіку розплаву в зазорі між черв'яком і циліндром корпусу;  $K$  – коефіцієнт форми для формуючого інструменту (голівки).

Знаходимо коефіцієнти, які входять в цю формулу.

Коефіцієнт прямого потоку розплаву:

$$\alpha = \frac{\pi(t - \lambda e)C}{A + t^2 B}.$$

де  $A$ ,  $B$ ,  $C$  – константи форми шнеку.

Для черв'яка з постійною глибиною каналу у зоні дозування ці константи розраховуються за залежностями:



$$A = \frac{\pi}{h_2^2} \left( \frac{D}{h_2} - 1 \right); B = \frac{h_2 + D}{D^2 h_2^3}; C = 1 + \frac{D^2}{2h_2^2}.$$

Числові значення (вихідні дані підставлено в сантиметрах):

$$A = \frac{\pi}{0,54^2} \left( \frac{0,90}{0,64} - 1 \right) = 0,0085 \text{ м}^{-2}; B = \frac{0,54 + 0,90}{0,70^2 \times 0,54^3} = 1,116 \text{ см}^{-4}; C = 1 + \frac{0,90^2}{2 \times 0,54^2} = 1,983 \text{ м}.$$

Тоді коефіцієнт прямого потоку розплаву матиме наступне значення:

$$\alpha = \frac{\pi(t - \lambda e)C}{A + t^2 B} = \frac{\pi(72,1 - 1 \times 0,56) \times 198,3}{85 + 72,1^2 \times 0,116} = 0,0063356 \text{ м}^2.$$

Коефіцієнт зворотного потоку розплаву:

$$\beta = \frac{\pi \times t \times (t - \lambda \times e)}{12 \times L_H \times (A + t^2 B)},$$

$$\beta = \frac{\pi \times 72,1 \times (72,1 - 2 \times 0,56)}{12 \times 84 \times (85 + 72,1^2 \times 0,116)} = 2 \times 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Коефіцієнт потоку витoku розплаву в зазорі між черв'яком і циліндром корпусу машини визначається за формулою:

$$\gamma = \frac{\pi \times D \times \delta^3 \times t^2}{10 \times e \times L_H \times \sqrt{\pi^2 D^2 + t^2}},$$

$$\gamma = \frac{\pi \times 0,90 \times 0,15^3 \times 72,1^2}{10 \times 0,56 \times 84 \times \sqrt{\pi^2 0,90^2 + 72,1^2}} = 0,24 \times 10^{-6} \text{ м}^3$$

Визначаємо продуктивність екструдера у технічних одиницях виміру:

$$Q = \frac{\alpha K n}{K + \beta + \gamma} = \frac{63,356 \times 0,28 \times 10^{-3} \times 75}{0,28 \times 10^{-3} + 2 \times 10^{-3} + 0,24 \times 10^{-6}} = 178,21 \frac{\text{м}^3}{\text{хв}}.$$

Продуктивність екструдера у одиницях виміру Сі:

$$Q = 178,21 \times 1,7 \times 10^{-8} = 2,764 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$$

Таким чином, продуктивність екструдера визначена.

### 5.2.2 Розрахунок потужності приводу екструдера ЧП-90

Вихідні дані:

—Константи степеневому закону в'язкості  $m = 0,45$ ;  $\mu_0(T) = 14900 \text{ Па} \times \text{с}^m$ ;

—ККД, що враховує втрати потужності в механічній частині, дисипативні втрати та інші  $\eta = 0,4$ .

Попередньо отримані дані:  $\lambda = 1$ ;  $n = 75 \text{ об/хв}$ ;  $D = 0,90 \text{ м}$ ;  $L_H = 0,84 \text{ м}$ ;  $t = 72,8 \text{ м}$ ;  $e = 0,56$ ;  $\delta = 0,0015 \text{ м}$ ;  $Q = 1,784 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $h_2 = 0,0054 \text{ м}$ ;  $K = 0,28 \times 10^{-9} \text{ м}^3$ ;  $\alpha = 63,356 \times 10^{-4} \text{ м}^2$ .

Потужність приводного двигуна витрачається на зсувне деформування матеріалу, що перероблюється, у гвинтовому каналі черв'яка, у зазорі між гребнем черв'яка та циліндром корпусу та з інших втрат потужності:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{\eta},$$

де  $N, N_1, N_2$  – відповідно потужність приводного двигуна; потужність, що витрачається у зазорі між гребнем черв'яка та циліндром корпусу; потужність, що витрачається у гвинтовому каналі черв'яка;  $\eta$  – ККД, що враховує інші втрати потужності.

Для розрахунку  $N_1$  визначаємо швидкість зсуву для матеріалу, що знаходиться у зазорі між гребнем черв'яка та циліндром корпусу.

$$\dot{\gamma}_1 = \frac{\pi^2 D^2 n}{\delta \sqrt{\pi^2 D^2 + t^2}},$$

$$\dot{\gamma}_1 = \frac{\pi^2 \times 0,90^2 \times 1,25}{0,0015 \times \sqrt{\pi^2 \times 0,90^2 + 72,8^2}} = 158,61 \text{ с}^{-1}.$$

Ефективна в'язкість розплаву при цій швидкості зсуву буде складати:

$$\mu_1 = \mu_0(T) \times (\dot{\gamma}_1)^{m-1},$$

$$\mu_1 = 15350 \times 158,61^{(0,5-1)} = 1190,12 \text{ Па} \times \text{с}.$$

Потужність, яка витрачається на подолання тертя маси у зазорі між гребнем черв'яка та корпусом визначаємо за рівнянням:

$$N_1 = \pi \frac{D^3 \times e \times L_H}{\delta \times t} \times \lambda \times \mu_1 \times n^2,$$

$$N_1 = \pi \frac{0,90^3 \times 0,056 \times 0,84}{0,0015 \times 72,8} \times 1 \times 1190,12 \times 1,08^2 = 450 \text{ Вт}.$$

Для розрахунку  $N_2$  визначаємо швидкість зсуву для матеріалу, що знаходиться у гвинтовому каналі черв'яка за рівнянням:

$$\dot{\gamma}_2 = \frac{\pi^2(D-h_2)(D-2h_2)n}{h_2\sqrt{\pi^2(D-2h_2)^2-t^2}},$$

$$\dot{\gamma}_2 = \frac{\pi^2(0,90-0,0054)(0,90-2 \times 0,0054) \times 1,08}{0,0054 \times \sqrt{\pi^2(0,90-2 \times 0,0054)^2-72,8^2}} = 64,2 \text{ с}^{-1}.$$

Ефективна в'язкість розплаву при цій швидкості зсуву буде складати:

$$\mu_2 = \mu_0(T) \times (\dot{\gamma}_2)^{m-1},$$

$$\mu_2 = 15350 \times 64,2^{0,5-1} = 1710,331 \text{ Па} \times \text{с}.$$

Потужність, яка витрачається на подолання тертя маси у гвинтовому каналі черв'яка визначаємо за рівнянням:

$$N_2 = \pi \frac{t-e}{t} (\pi^2 D^2 - 4h_2^2) \times \lambda \times L_H \times \mu_2 \times n^2 + \frac{\alpha}{K} \mu_2 \times Q \times n,$$

$$\begin{aligned} N_2 &= \pi \frac{72,8 - 0,56}{72,8} (\pi^2 \times 0,90^2 - 4 \times 0,0054^2) \times 1 \times 0,84 \times 1710,331 \\ &\times 1,08^2 + \frac{63,356 \times 10^{-4}}{0,28 \times 10^{-9}} \times 1710,331 \times 1,784 \times 10^{-6} \times 1,08 \\ &= 5304 \text{ Вт} \end{aligned}$$

Потрібна потужність приводного двигуна:

$$N = (413,2 + 5304)/0,36 = 18650 \text{ Вт}$$

За розрахованим значенням  $N$  можна обрати відповідний двигун, який повинен забезпечити необхідну потужність.

### 5.2.3 Розрахунок потужності приводу

Потужність, що витрачається черв'ячною машиною для переробки пластичних мас, йде на переміщення матеріалу в гвинтовому каналі черв'яка і на зсув матеріалу в зазорі між гребенем і внутрішньою стінкою гільзи.

Потужність черв'ячної машини:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{\eta},$$

де  $N_1$  – потужність що витрачається на примусове проходження маси по гвинтовому каналу черв'яка:

$$N_1 = \frac{\pi^3 \cdot (t - e) \cdot L \cdot J \cdot \mu_{\text{эф}} \cdot 10^{-4}}{36 \cdot t} \cdot n^2 + \frac{a_2 \cdot \Delta P \cdot n \cdot 10^{-2}}{6},$$

$N_2$  – потужність, що витрачається на зріз матеріалу у зазорі між вершиною витка і стінкою циліндра:

$$N_2 = \frac{10^{-4} \cdot \pi^3 \cdot D^3 \cdot e \cdot L \cdot \mu_{\text{эф}} \cdot n}{36 \cdot \delta \cdot t},$$

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії і неврахованих втрат;  $\eta = 0,5$  ;

де  $J$  – коефіцієнт, що визначається по формулі:

$$J = \frac{\pi^2 \cdot D^2 - 4 \cdot t^2}{\pi^2} + \frac{(D - d_2) \cdot (D + d_1)}{3 \cdot (d_2 - d_1)} + \frac{2,3 \cdot \pi^2 \cdot D^5}{(t + \pi^2 \cdot D^2) \cdot (h_n - h_k)} \cdot \lg \frac{h_n}{h_k},$$

де  $t$  – крок гвинтової нарізки черв'яка;

$D$  – зовнішній діаметр черв'яка;

$\Delta P$  – перепад тиску в головці;

$d_1$  – діаметр черв'яка в зоні дозування;

$d_2$  – діаметр сердечника на кінці черв'яка;

$\alpha_2$  – постійна прямого потоку;

$h_n$  – глибина нарізки на початку зони дозування;

$h_k$  – глибина нарізки на кінці черв'яка;

$L$  – довжина зони дозування;

$e$  – ширина гребеня витка черв'яка;  $\delta$  – радіальний зазор.

$$J = \frac{3,14^2 \cdot 90^2 - 4 \cdot 90^2}{3,14^2} + \frac{(90 - 84) \cdot (9 + 76)}{3 \cdot (84 - 76)} + \frac{2,3 \cdot 3,14^2 \cdot 90^5}{(90 + 3,14^2 \cdot 90^2) \cdot (7 - 3)} \cdot \lg \frac{7}{3} = 108,35.$$

Швидкість зсуву в гвинтовій нарізці черв'яка для визначення ефективної динамічної в'язкості можна визначити по формулі:

$$S = \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot n}{60 \cdot \delta \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 + t^2}} = \frac{3,14 \cdot 90^2 \cdot 120}{60 \cdot 0,27 \cdot \sqrt{3,14^2 \cdot 90^2 + 90^2}} = 1994,62 \text{ с}^{-1},$$

Ефективна в'язкість при температурі розплаву 200°C і швидкості зсуву 1994,62сек<sup>-1</sup>;

$$\mu_{\text{эф}} = 0,14 \times 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с};$$

$$N_2 = \frac{10^{-4} \cdot 3,14^3 \cdot 90^3 \cdot 9 \cdot 1060 \cdot 0,14 \cdot 10^{-3} \cdot 120^2 \cdot 10^{-2}}{36 \cdot 0,27 \cdot 90} = 14,47 \text{ кВт.}$$

Ефективна динамічна в'язкість визначається з графічної залежності при температурі розплаву 200°C і швидкості зсуву розплаву, обумовленої по формулі:

$$S = \frac{\pi^2 \cdot (D - h_{cp}) \cdot (D - 2 \cdot h_{cp}) \cdot n}{60 \cdot h_{cp} \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot (D - 2h_{cp})^2 - t^2}},$$

де  $h_{cp}$  – середня глибина гвинтового каналу черв'яка:

$$h_{cp} = \frac{h_n + h_k}{2} = \frac{7 + 3}{2} = 5 \text{ мм,}$$

$$S = \frac{3,14^2 \cdot (90 - 5) \cdot (90 - 2 \cdot 5) \cdot 120}{60 \cdot 5 \cdot \sqrt{3,14^2 \cdot (90 - 2 \cdot 5)^2 - 90^2}} = 58,16 \text{ с}^{-1},$$

Ефективна в'язкість при температурі розплаву 200°C і швидкості зсуву 58,16с<sup>-1</sup>;

$$\mu_{эф} = 0,63 \times 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с};$$

$$N_1 = \frac{3,14^3 \cdot (90 - 9) \cdot 1060 \cdot 108,35 \cdot 0,63 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-4}}{36 \cdot 90} \cdot 120^2 + \frac{292,55 \cdot 51,83 \cdot 120 \cdot 10^{-3}}{6} = 25,12 \text{ кВт,}$$

Загальна потужність буде дорівнює:

$$N = N_1 + N_2 = 14,47 + 25,12 = 39,59 \text{ кВт,}$$

З огляду на ККД машини, потужність споживана нею буде складати:

$$N = \frac{N}{\eta} = \frac{39,59}{0,5} = 79,18 \text{ кВт}$$

### 5.3 Міцнісний розрахунок черв'яка

Розрахунок на міцність будемо виконувати в програмі Abaqus. Розраховувати будемо деталь “Муфта”. Для розрахунку нам потрібна 3d-модель, яку ми створили в минулому пункті.

Спочатку запускаємо програму та імпортуємо 3d-модель як “Part”. Далі задаємо матеріал, в даному випадку це Сталь 45 та створюємо нову “Section” та “Instance” з заданою геометрією та матеріалом.

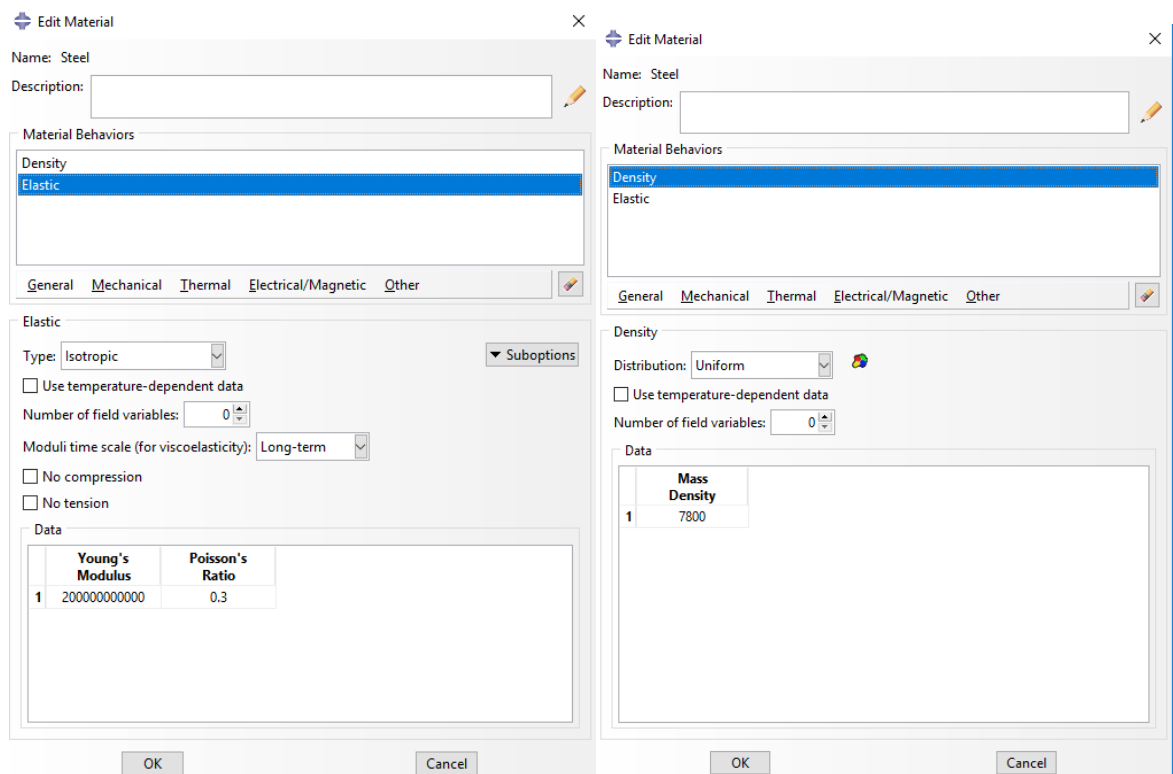


Рис. 5.3.1 – Матеріал

Після чого задаємо сітку, напруження та закріплення.

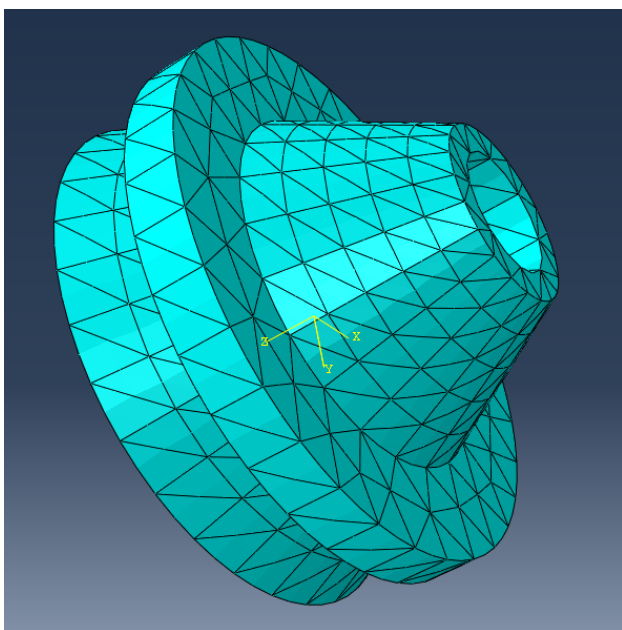


Рис. 5.3.2 – Сітка

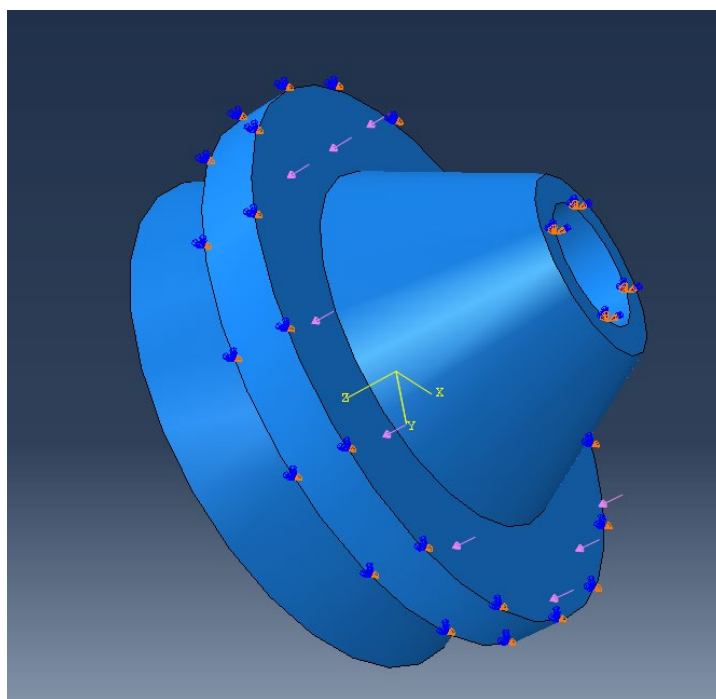


Рис. 5.3.3 – Закріплення та напруження

В кінці створюємо новий “job” та розраховуємо дану модель. Маємо наступні результати:

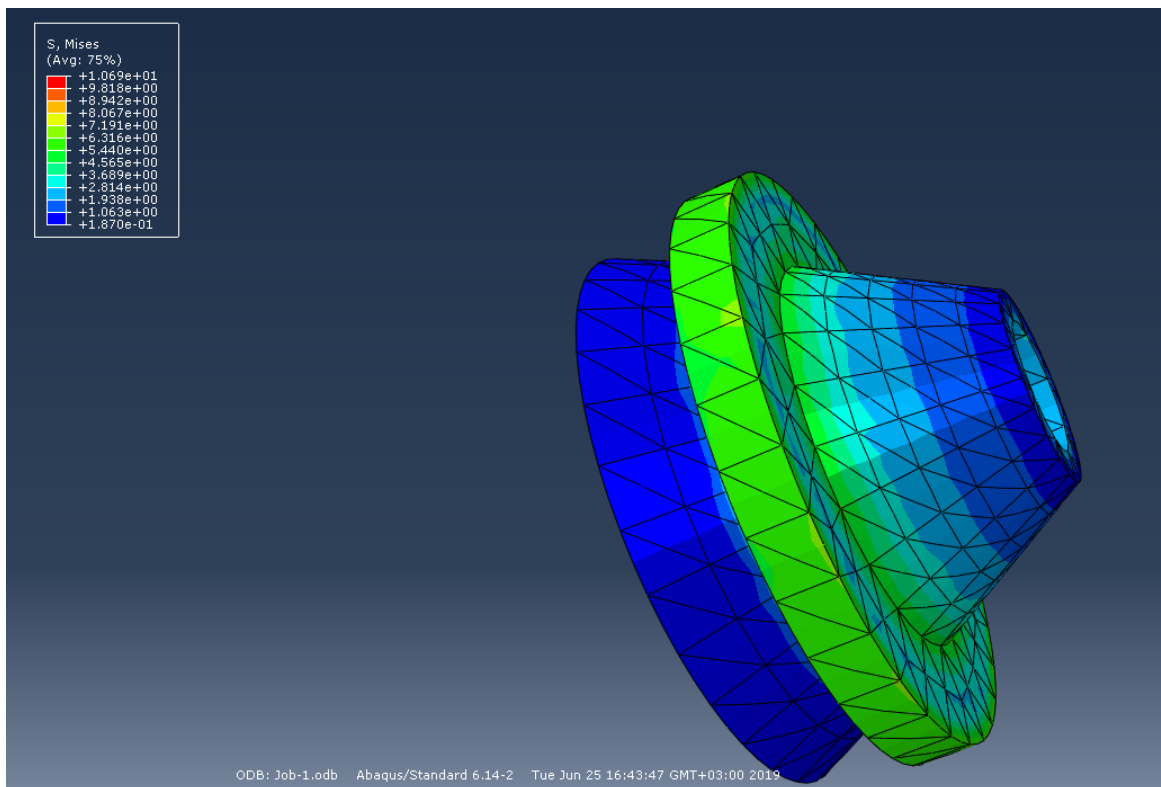


Рис. 5.3.4 – Mises

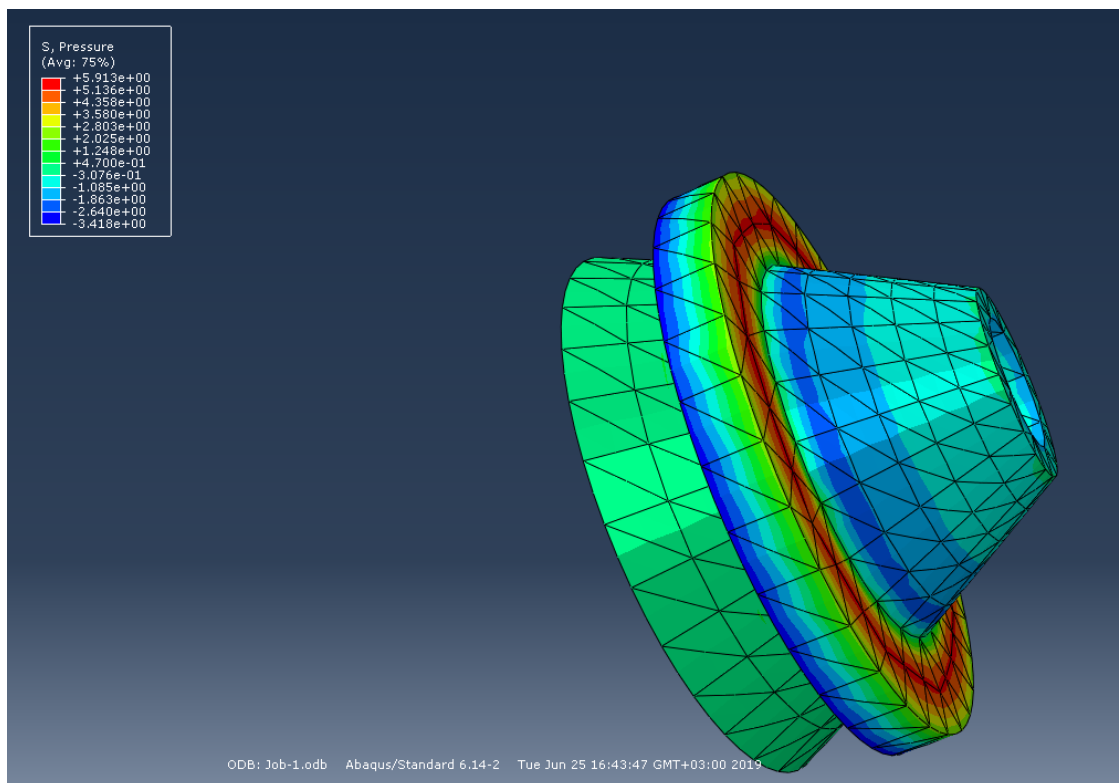


Рис. 5.3.5 – Pressure



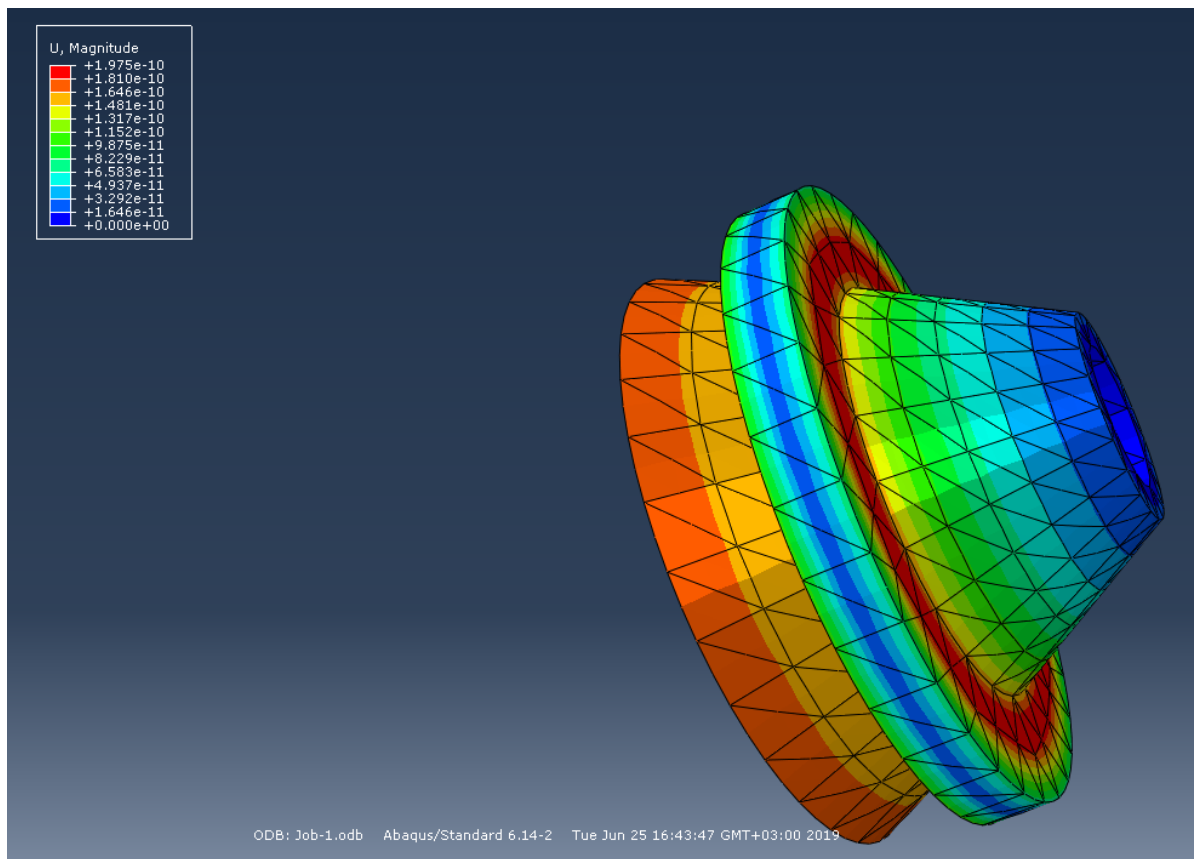


Рис. 5.3.6 – Magnitude

Як, видно з розрахунків дане навантаження на деталь не є значним, тому деталь можна вважати роботоздатною та довговічною.

#### 5.4 Розрахунок черв`яка на жорсткість

На ряду з умовами міцності важливим є забезпечення умов жорсткості – максимальний угин черв`яка повинен бути меншим конструкційного зазору

$$\delta \geq \delta_k .$$

Вихідні дані : Матеріал черв`яка сталь 40X, діаметр черв`яка  $d=70\text{мм}$ , зазор між корпусом і черв`яком:

$$\delta = (0,002...0,005)D=0,003 \cdot 90=0,275\text{мм}, \quad (3.2.1)$$

де  $E$ -модуль пружності ,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа.

Розрахункова схема черв`яка зображена на мал.3.1. Згідно з методики максимальний прогин дорівнює :

$$\delta = \frac{1}{EI} \left[ \frac{q}{k^2} \left( \frac{1}{k^2} + \frac{l_p}{2} \right) - \frac{1}{k} \left( \frac{q}{k^2} + A \cdot l_p \right) \cdot \cos(k \cdot l_p) - \frac{1}{k^2} \left( \frac{q \cdot l_p}{k} - A \right) \cdot \sin(k l_p) \right]; \quad (3.2.2)$$

де

$$k = \sqrt{\frac{P_{oc}}{EI}} = \sqrt{\frac{254600}{2 \cdot 10^{11} \cdot 1,2 \cdot 10^{-5}}} = 0,3;$$

$$A = \frac{q \left[ l_p - \frac{1}{k} \sin(k l_p) \right]}{k \cdot \cos(k l_p)} = \frac{274 \cdot \left[ 3,585 - \frac{1}{0,3} \sin(3,585 \cdot 0,3) \right]}{0,3 \cdot \cos(0,3 \cdot 3,585)} = 3249;$$

Максимальний прогин дорівнює :

$$\delta_k = \frac{1}{2 \cdot 10^{11} \cdot 1,2 \cdot 10^{-5}} \left[ \frac{274}{0,3^2} \left( \frac{1}{0,3^2} + \frac{3,585}{2} \right) - \frac{1}{0,3} \left( \frac{274}{0,3^2} + 3249 \cdot 3,585 \right) \cdot \cos(0,3 \cdot 3,585) - \frac{1}{0,3^2} \left( \frac{274 \cdot 3,585}{0,3} - 3249 \right) \cdot \sin(0,3 \cdot 3,585) \right] = 0,00167 \text{ мм};$$

$\delta > \delta_k$  тобто прогин в межах допустимого.

### 5.5 Розрахунок черв'яка на витривалість

Оскільки черв'як витримує загальний момент навантаження від циклічної дії власної ваги, доцільна його перевірка на витривалість.

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{(k_\sigma)_d \sigma_a + \psi_\sigma \sigma_c} = \frac{340}{1,4 \cdot 0,3} = 805, \quad (3.3.1)$$

де  $n_\sigma$  – коефіцієнт запасу міцності під час циклічного навантаження;  $\sigma_{-1}$  – допустиме напруження під час циклічного навантаження (беруть  $\sigma_{-1} = 0,4 \sigma_B$ ;

$\sigma_a$  – амплітуда змінювання напружень, у цьому випадку вони змінюються від плюс  $\sigma_{max}$  до мінус  $\sigma_{max}$ ;  $\sigma_{max}$  – найбільше напруження від дії згинального моменту;  $\sigma_{max} = M_{max}/W_x$ ;  $\sigma_c$  – середнє напруження циклу,  $\sigma_c=0$ , оскільки цикл симетричний;  $\psi_\sigma$  – коефіцієнт, що залежить від виду матеріалу, для сталей з  $\sigma_B=1200\dots1400$  МПа  $\psi_\sigma=0,25$ ;  $(k_\sigma)_d$  ефективний коефіцієнт концентрації напружень, який можна знайти із формули:

$$(k_\sigma)_d = k_\sigma / (\beta \varepsilon) = 2 / (1 \cdot 0,3) = 6,6, \quad (2.3.2)$$

де  $k_\sigma$  – коефіцієнт концентрації напружень, для цього випадку  $k_\sigma=1,9\dots2$ ;  $\beta$  – коефіцієнт, який враховує якість поверхні деталі; для полірованої поверхні черв'яка  $\beta=1$ ;  $\varepsilon$  – коефіцієнт, який враховує розмір перерізу деталі; для деталей з легованих сталей за наявності концентрації напружень  $\varepsilon=0,3$ .

Таким чином, черв'як є витривалим.

## 5.6. Розрахунок корпусу на міцність

Мета розрахунку—р озрахувати допустимі напруження, що виникають в корпусі екструдера від дії зовнішнього тиску та порівняти з допустимими.

Вихідні дані.

Матеріал корпусу	сталь
12X18H10T	
Температура, $^{\circ}\text{C}$ , T	200
Допустиме напруження, МПа, $[\sigma]$	160,0
Зовнішній тиск в апараті, МПа, P	3,0
Коефіцієнт міцності зварного шва, $\varphi_R$	1,0
Товщина стінки гільзи, м, S	0,025
Внутрішній діаметр гільзи, м, D	0,200
Зовнішній радіус корпусу, м, $R_H$	0,114
Внутрішній радіус корпусу, м, $R_{BH}$	0,100

## Розрахункові залежності

Корпус являє собою товстостінний циліндр, навантажений внутрішнім тиском  $P$  та осьовою розтягуючою силою  $T$ . Матеріал корпусу – сталь 12Х18Н10Т при температурі  $T = 200^{\circ}\text{C}$ .  $[\sigma] = 160,0 \text{ МПа}$ . Схема дії внутрішніх сил в корпусі екструдера показана на рисунку 4.5. Напруга, що виникає в стінках корпусу від дії внутрішнього тиску, визначається за формулою:

$$\sigma = \frac{P \cdot (D + S)}{2 \cdot S \cdot \varphi_R} = \frac{3 \cdot (0,20 + 0,025)}{2 \cdot 0,025 \cdot 1,0} = 13,5 \text{ МПа},$$

де  $P = 3,0 \text{ МПа}$  – внутрішній тиск в корпусі;

$\varphi_R = 1,0$  – коефіцієнт міцності зварного шва;

$S = 0,025 \text{ м}$  – товщина стінки корпусу;

$D = 0,200 \text{ м}$  – внутрішній діаметр корпусу.

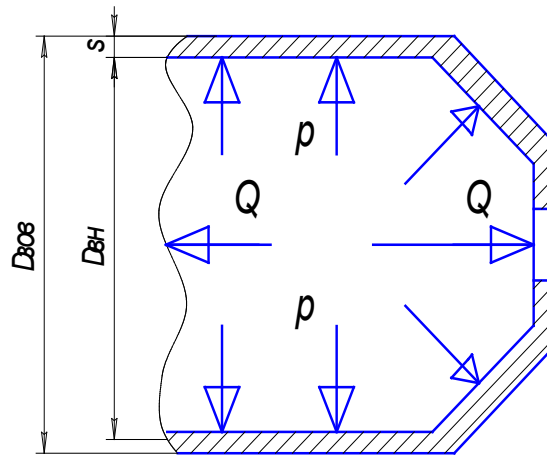


Рисунок 5.6.1 – Схема дії внутрішніх сил в корпусі екструдера

Осьова напруга в корпусі визначається за формулою:

$$\sigma_z = \frac{Q}{F} = \frac{P \cdot R_{BH}^2}{(R_H^2 - R_{BH}^2)} = \frac{3 \cdot 0,10^2}{(0,114^2 - 0,10^2)} = 10,0 \text{ МПа},$$

де  $R_H = 0,114$  м – зовнішній радіус корпусу;

$R_{BH} = 0,100$  м – внутрішній радіус корпусу.

Загальна сумарна напруга:

$$\sigma = \sigma + \sigma_z = 13,5 + 10,0 = 23,5 \text{ МПа}.$$

$[\sigma] = 160,0$  МПа – допустиме напруження на розтягнення для сталі 12Х18Н10Т.

Допустимий тиск визначається за формулою:

$$[P] = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_R \cdot S}{(D + S)} = \frac{2 \cdot 160 \cdot 1 \cdot 0,025}{(0,20 + 0,025)} = 35,6 \text{ МПа}.$$

$$P < [P].$$

$$3,0 \text{ МПа} < 35,6 \text{ МПа}.$$

Висновок: розрахунок корпусу екструдера на міцність показав, що виникаючі в ньому напруги не перевищують допустимих, тобто  $P < [P]$

( $3,0 \text{ МПа} < 35,6 \text{ МПа}$ ) і задовольняють умови міцності.

## 5.7. Тепловий розрахунок

Переробка полімерів на черв'ячних машинах супроводжується складними тепловими процесами.

Проте через відсутність надійних експериментальних досліджень теплових процесів у черв'ячних машинах і установках не можна скласти закінченої і докладної методики розрахунків теплових процесів і режимів, тому розглянемо тільки деякі питання теплообміну в черв'ячних машинах.

Вихідні дані:

діаметр каналу в черв'яку, м, $D_1$	0,05
довжина каналу в черв'яку, м, $l_1$	2,850
діаметр каналу в черв'яку, м, $D_2$	0,032
довжина каналу в черв'яку діаметром, м, $l_2$	1,52
кінцева температура суміші, К, $t_{\text{ксм}}$	413
початкова температура суміші, $t_{\text{нсм}}$	288

Розрахунок ведемо по методиці, приведений в [3].

Розрахуємо поверхню теплообміну черв'яка:

$$F_q = \pi \cdot D_1 \cdot l_1 + \pi \cdot D_2 \cdot l_2 = \pi \cdot 0,05 \cdot 3,52 + \pi \cdot 0,032 \cdot 1,52 = 0,47 \text{ м}^2$$

Визначаємо кількість тепла, що йде на розігрів суміші:

$$Q_{\text{см}} = G_{\text{см}} \cdot C \cdot (t_{\text{кзс}} - t_{\text{нзс}}),$$

де  $G_{\text{см}}$  – максимальна продуктивність машини  $G_{\text{см}} = 1250 \text{ кг/год}$ ;

$C$  – питома теплоємність суміші  $C = 1,38 \frac{\text{кДж}}{(\text{кг } K)}$ .

$$Q_{cm} = \frac{1250}{3600} \cdot 1,38 \cdot (413 - 288) = 51,562 \text{ кВт}.$$

Кількість тепла, що виділяється за 1 годину роботи машини, становить, що вся корисна потужність перетворюється в тепло.

$$Q_N = 860 \cdot N \cdot \eta_{np} \cdot \eta_2,$$

де  $N$  – встановлена потужність,  $N = 160 \text{ кВт}$ ;

$\eta_{np}$  – коефіцієнт корисної дії приводу,  $\eta_{np} = 0,8$ ;

$\eta_2$  – коефіцієнт використання корисної потужності,  $\eta_2 = 0,6$ .

Тоді визначимо кількість тепла за формулою

:

$$Q_N = 860 \cdot 160 \cdot 0,8 \cdot 0,6 = 66,048 \text{ кВт}.$$

Кількість тепла, яке необхідно відвести охолоджуючою водою:

$$Q_{вод} = Q_N - Q_{cm} = 66,048 - 51,562 = 14,486 \text{ кВт}$$

Вважаємо, що кількість тепла, яке повинно відводиться від кожної секції, пропорційна їх теплопередаючим поверхням.

Сумарна поверхня теплообміну машини рівна:

$$F_{sum} = 2,23 \text{ м}^2.$$

Поверхня теплообміну черв'яка:

$$F_q = 0,47 \text{ м}^2.$$

Тоді кількість тепла, яке повинно бути відведено від черв'яка, рівна:

$$Q_q = Q_{вод} \cdot \frac{F_q}{F_{сум}} = 14,486 \cdot \frac{0,47}{2,23} = 3,025 \text{ кВт}.$$

Визначимо швидкість руху води в каналі черв'яка:

$$\omega_q = \frac{G_q}{S_{кан.ср.} \cdot \gamma \cdot 3600},$$

де  $G_q$  – витрата води на охолодження черв'яка,  $G_q = 2000 \text{ кг/год}$ ;

$\gamma$  – питома вага води при  $t_{\theta} = 353^{\circ}\text{K}$ ,  $\gamma = 972 \text{ кг/м}^3$

$S_{кан}$  – площа перерізу каналу черв'яка.

$$S_{кан.ср.} = \frac{S_{кан 1} + S_{кан 2}}{2}.$$

$D_2$  – зовнішній діаметр II перерізу каналу черв'яка,  $D_2 = 0,032 \text{ м}$ .

$$S_{кан 1} = \frac{\pi}{4}(D_1^2 - d) = \frac{\pi}{4} \cdot (0,05^2 - 0,022^2) = 0,00158 \text{ м}^2;$$

$$S_{кан 2} = \frac{\pi}{4}(D_2^2 - d) = \frac{\pi}{4} \cdot (0,032^2 - 0,022^2) = 0,0004239 \text{ м}^2$$

$$S_{кан.ср.} = \frac{0,00158 + 0,0004239}{2} = 0,001 \text{ м}^2$$



$D_1$  – геометричні розміри I перерізу каналу черв'яка,  
 $D_1 = 0,05 \text{ м}, d = 0,022 \text{ м}.$

Тоді швидкість руху води в каналі черв'яка визначимо за формулою :

$$\omega_q = \frac{2000}{0,001 \cdot 972 \cdot 3600} = 0,57 \text{ м/с}.$$

Визначимо критерій Рейнольдса:

$$\text{Re} = \frac{\omega_q \cdot d_{\text{екв}}}{\nu},$$

де  $\nu$  – коефіцієнт кінематичної в'язкості води при  $t_T = 80^\circ\text{C}$ ,  
 $\nu = 0,365 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$

$d_{\text{екв}}$  – еквівалентний діаметр каналу.

$$d_{\text{екв.ср.}} = \frac{d_{\text{екв}1} + d_{\text{екв}2}}{2}$$

$$d_{\text{екв}1} = D_1 - d = 0,05 - 0,022 = 0,028 \text{ м};$$

$$d_{\text{екв}2} = D_2 - d = 0,032 - 0,022 = 0,01 \text{ м}$$

Тоді еквівалентний діаметр каналу визначимо за формулою:

$$d_{\text{екв.ср.}} = \frac{0,028 + 0,01}{2} = 0,019 \text{ м}.$$

Тоді критерій Рейнольда визначимо по формулі :

$$\text{Re}_T = \frac{0,57 \cdot 0,019}{0,365 \cdot 10^{-6}} = 29671 > 10000.$$

Звідси випливає, що режим течії води в каналі черв'яка – турбулентний.

Для турбулентного режиму течії води визначаємо критерій Нусельта[4]:

$$Nu_f = 0,021 \cdot \text{Re}_T^{0,8} \cdot \text{Pr}_T^{0,43} \cdot \left( \frac{\text{Pr}_T}{\text{Pr}_\omega} \right)^{0,25} = 0,021 \cdot 29671^{0,8} \cdot 2,21^{0,43} \cdot \left( \frac{2,21}{2,08} \right)^{0,25} = 113,$$

де  $\text{Pr}_T$  – критерій Прандтля при середній температурі теплоносія

$$t_T = 353^\circ K,$$

$$\text{Pr}_T = 2,21$$

$\text{Pr}_\omega$  – критерій Прандтля при середній температурі стінки зі сторони теплоносія  $t_\omega = 358^\circ K$ ,  $\text{Pr}_\omega = 2,08$ .

Визначаємо тепловіддачі від стінки до води:

$$\alpha_{2ч} = \frac{Nu \cdot \lambda}{d_{екв}} = \frac{113 \cdot 0,58}{0,019} = 3459 \frac{Вт}{м^2 K},$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності води при  $t_T = 353 K$ ,  $\lambda = 0,58 \frac{Вт}{м \cdot K}$

$d_{екв}$  – середній еквівалентний діаметр каналу,  $d_{екв} = 0,019 м$ .

Коефіцієнт теплопередачі:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{650} + \frac{0,025}{40} + \frac{1}{3460}} = 0,408 \frac{кВт}{м^2 K},$$

де  $\alpha_1$  – коефіцієнт тепловіддачі від маси до стінки,  $\alpha_1 = 650 \frac{Вт}{м^2 K}$ ;

$\delta_{cm}$  – товщина стінки, через яку проходить теплопередача,  $\delta_{cm} = 0,025 \text{ м}$  ;

$\lambda_{cm}$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу стінки,  $\lambda_{cm} = 40 \frac{\text{Вт}}{\text{м}}$ .

Визначаємо необхідну поверхню теплообміну зони черв'яка, яка змогла б забезпечити відбір тепла:

$$F_{q, \text{роз.}} = \frac{Q_q}{K \cdot \overline{\Delta t_q}},$$

де  $Q_q$  – кількість тепла, яке необхідне відвести від черв'яка,  $Q_q = 3,025 \text{ кВт}$  ;

$\overline{\Delta t_q}$  – різниця між середньою температурою суміші і води.

$$\begin{array}{ccc} 288^{\circ}\text{K} & \xrightarrow{\text{суміш}} & 413^{\circ}\text{K} \\ 353^{\circ}\text{K} & \xrightarrow{\text{вода}} & 355^{\circ}\text{K} \\ \hline \Delta t_1 = 338^{\circ}\text{K} & & \Delta t_2 = 331^{\circ}\text{K} \end{array}$$

$\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{338}{331} = 1,12 < 2$ , то визначаємо середньоарифметичну різницю температур.

$$\overline{\Delta t} = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{2} = \frac{338 + 331}{2} = 334,5^{\circ}\text{K}.$$

$$F_{q, \text{роз.}} = \frac{3,025}{474 \cdot (273 + 334,5)} = 0,121 \text{ м}^2$$

Дійсна поверхня теплообміну рівна:

$$F_{q, \text{дійс.}} = 0,47 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{дійс.}} > F_{\text{розр.}}$$

Проаналізувавши результати розрахунків можна зробити висновок, що розрахункова поверхня теплообміну суттєво менше дійсної.

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Згідно закону про охорону праці України на машини, апарати, обладнання необхідно розробити безпечні і нешкідливі умови їх експлуатації обслуговуючим персоналом, необхідно оформити сертифікат на безпечну експлуатацію.

Тема дипломного проекту «Лінія для виробництва лінолеуму з модернізацією вальців». Встановлення параметрів технологічного процесу і контроль здійснює оператор лінії. Пульти оператора знаходяться у виробничому приміщенні загальною площею  $S = 1000 \text{ м}^2$  і об'ємом  $V = 3400 \text{ м}^3$ . Створення здорових і безпечних умов праці на підприємстві обумовлює необхідність раннього виявлення шкідливих і небезпечних факторів, для того щоб на стадії проектування передбачити заходи, які слід проводити для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу.

Шкідливими і небезпечними виробничими факторами при роботі та обслуговуванні лінії є:

- Пожежна безпека;
- Повітря робочої зони;
- Деталі чи механізми що рухаються або обертаються, а також матеріал, що переміщується ;
- Ураження струмом;
- Виробничий струм

## **6.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів.**

### **6.1.1 Повітря робочої зони**

Робота оператора по обслуговуванню лінії відноситься до категорії легких робіт за ДСН 3.3.6.042-99.

Енерговитрати людини в цеху досягають 150 ккал/г (172 Дж/с ). Так як в процесі роботи вузли лінії піддаються інтенсивному охолодженню водою, то робочі поверхні нагріваються не вище 45°C. Допустимі і фактичні параметри температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні зводимо в таблицю 1.

Фактичні параметри умов відповідають нормам і забезпечуються наступними заходами:

Таблиця 6.1.1

Період Року	Категорія роботи - легка		
	Температура	Відносна вологість	Швидкіст ь руху повітря
	°C	%	м/с
Холодний або перехідний	Факт. 20 ÷ 23	60 - 40	0,2
Теплий	Факт. 22 ÷ 25	60 - 40	0,2

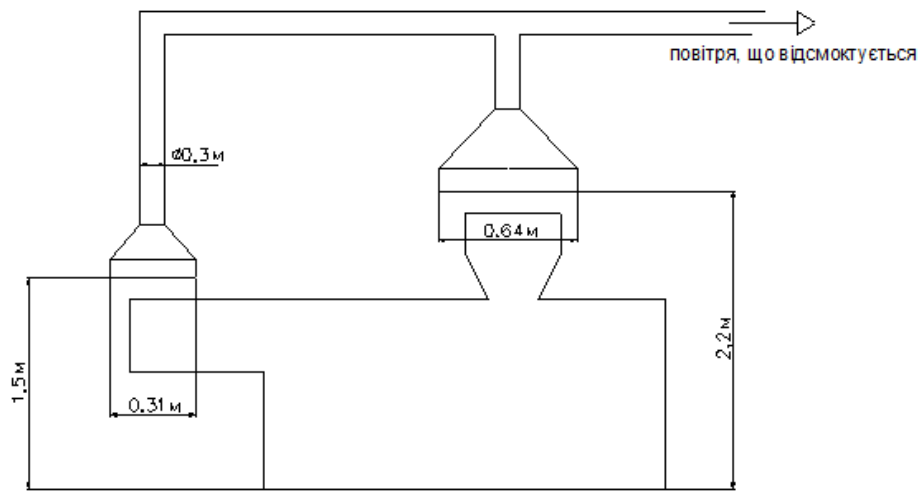


Рис 6.1.1-Схема витяжної вентиляції

Для відводу шкідливих речовин над завантажувальним бункером та екструзійною головкою встановлюємо витяжні зонти. Для них характерно те, що між джерелом і приймачем є захищений від навколишнього середовища простір.

### 6.1.2 Пожежна безпека

Пожежна безпека - це стан об'єкту, який виключає виникнення пожежі, а у випадку виникнення забезпечується безпека людей та зберігання матеріальних цінностей.

Виходячи з цього, виробництво за пожежонебезпечністю віднесено до категорії В.

Вогнестійкість будинку за СНиП 2.01.02-85 відповідає ступені вогнестійкості II.

Згідно СПУЕ клас зони установки ПША.

Серед причин, що можуть викликати загорання, найбільше ймовірними є такі:

- несправність електроустаткування;



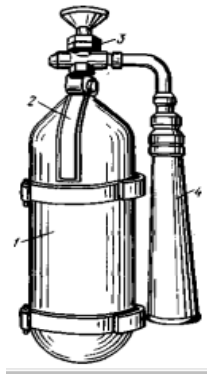
- струми короткого замикання і перевантаження кабелів живлення;
- загоряння ізоляції електропроводки;
- використання вогню в неналежному місці.

Запобігання загоряння забезпечується такими мірами:

- дотримання технологічних норм і правил експлуатації;
- обмеження в застосуванні відкритого вогню;
- паління тільки у відведених для цього місцях;
- своєчасне проведення інструктажу з техніки безпеки серед обслуговуючого персоналу;
- організація агітації по протипожежній безпеці;
- наявність засобів сигналізації, зокрема, системи електричної пожежної сигналізації (ЕПС) і засобів оперативного зв'язку з пожежною частиною;
- наявність засобів пожежегасіння в безпосередній близькості від установки (пісок, ковдри, вогнегасники).

При займанні системи автоматики, необхідно першим чином вимкнути систему електроживлення потім, можна гасити пожежу, якщо вимкнути

неможливо, то електрообладнання можна гасити лише вуглекислотними, вуглекисотно-бромметиловими, порошковими та хладоновими вогнегасниками (рисунок 6.2), вуглекисотно-бромметиловими вогнегасниками рекомендується гасити пожежі через віконні та дверні прорізи, так як заряд вогнегасника токсичний. Тому запобігання загорання у виробничому приміщенні є вуглекислотні вогнегасники ОУ-5 (4 шт.) – для гасіння невеличких ділянок при відключеному електроустаткуванні та у виробничому і складському приміщенні передбачена мережа автоматичної пожежної сигналізації і засобів оперативного зв'язку з пожежною частиною.



1 - балон; 2 - курок; 3 - вентиль; 4 - розтруб

Рисунок 6.1.2 – Вогнегасник ВВ-2

В приміщенні знаходяться два евакуиходи (рисунок 6.3). Сам цех – це приміщення, яке розташоване на першому поверсі. Ширина шляхів евакуації не менше одного метру, а дверей на шляху евакуації – не менше 0,8 м. засоби пожежогасіння повинні бути справні та розміщатися у легко доступних місцях. Аварійний запас противогазів та спецодягу повинно зберігатися в установленому місті відповідно до СНиП 2.09.02-85.

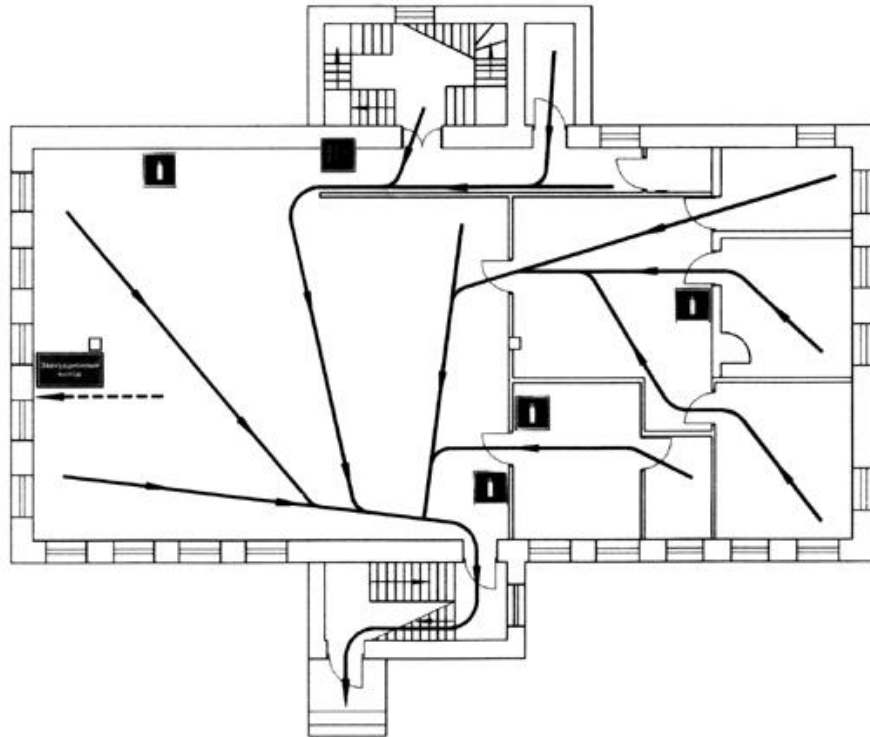


Рисунок 6.1.2 – План евакуації з приміщення

Крім цих заходів безпеки, обслуговуючий персонал перед роботою на пресовій частині повинен пройти інструктаж з безпеки й правил технічної експлуатації. А також в майбутньому повинен вестися контроль за виконанням цих правил.

Перед початком роботи необхідно перевірити:

- а) робоче місце, яке повинне бути чистим і вільним від зайвих предметів;
- б) справність всіх механізмів пристроїв, контрольно-вимірювальної апаратури;
- в) справність витяжної вентиляції;
- г) наявність стисненого повітря;
- д) справну роботу аварійних кнопок «Стоп»;
- е) стан пристроїв заземлення та електричної ізоляції електроприймачів, провідників, приладів та апаратури у відповідності з вимогами ПУЕ

### 6.1.3 Безпека від впливу частин, що рухаються або обертаються

Механізмами що обертаються в лінії є муфти, шестерні, вали. Ці механізми є небезпечними, так як можливе нанесення механічних травм людині. Для запобігання травм використовують огороження, рухомі елементи закриті корпусами. На електродвигунах встановленні аварійні вимикачі. Для аварійної зупинки лінії передбаченні аварійні кнопки відключення.

### 6.1.4 Електробезпека

Лінія для виробництва лінолеуму, при роботі буде знаходитись в сухому приміщенні з нормальною температурою і вологістю повітря. Підлога приміщення залізобетонна, згідно ПУЕ приміщення належить до приміщень з підвищеною безпекою.

На пульті керування машиніста напруга  $U = 220 \text{ В}$ , частота  $f = 50 \text{ Гц}$ , для електродвигунів, що використовуються на лінії напруга  $U = 380 \text{ В}$ , частота  $f = 50 \text{ Гц}$ . Тип електромережі – із глухо заземленою нейтраллю.

У зв'язку з цим основними заходами від пошкодження струмом є:

- Ізоляція;
- Недосяжність струмоведучих частин;
- Електророзділення мережі за допомогою спеціальних розділяючих трансформаторів;
- Захисне занулення ;
- Рубильники включення замкнені в спеціальних шафах;

При роботі з електроінструментом, необхідно застосовувати індивідуальні захисні засоби, такі як діелектричні рукавички і колоші, гумові килимки, ізольовані підставки.

Забороняється:

- Проводити роботи на незаземлених вузлах лінії;
- Робити розборку і ремонт лінії без вимкнення електричної мережі;
- Допускати удари металевими предметами, щоб запобігти іскроутворенню;
- Палити, запалювати сірники, розводити відкритий вогонь, проводити зварювальні роботи;
- Залишати лінію, що працює, без нагляду;
- Допускати у приміщення осіб, що не пройшли навчання і перевірку знань з питань охорони праці та техніки безпеки.

### **6.1.5 Промислове освітлення**

Лінія знаходиться в зачиненому приміщенні загальною площею не менше  $S = 1000 \text{ м}^2$  і об'ємом  $V = 3400 \text{ м}^3$ . Робота лінії здійснюється у дві зміни одним обслуговуючим оператором. Так як приміщення без віконних проїомів, то під час роботи використовується штучне освітлення.

Характеристика зорових робіт – IV розряд, підрозряд В – найменший об'єкт різниці має розмір 0,5 – 1мм. Характеристика фону – світлий, контраст об'єкта різниці з фоном – великий. Виходячи з цього в приміщенні встановлено 300 галогенових ламп типу ДР4-400 (400 Вт) зі світловим потоком 32000 лм, що підвищує величину освітлення до 350 люкс, тому приміщення відповідає ДБН В.2.5.-28-2006.

### **6.1.6 Шум**

Джерелом шуму при роботі лінії є:

- Електродвигуни;
- Редуктори;

- Вентилятори;
- Система охолодження.

У результаті замірів при експлуатації обладнання значення шуму  $L_{вдж} = 100$  дБА,. Це означає прийняття наступних обмежень для захисту від виробничого шуму:

- змащування всіх поверхонь, що труться, наявність прокладочних матеріалів;
- застосування захисних кожухів.

Це забезпечить зниження рівня шуму на  $\Delta L = 30$  дБА.

У даному випадку спостерігається технологічна вібрація, яка переходить через опірні поверхні на оператора. Робітник у незначній мірі піддається вібрації, бо знаходиться далеко від основи машини – біля пульту керування. Таким чином спільна вібрація не діє на організм оператора. Рівень технологічної вібрації в виробничому приміщенні не перевищує 65 дБ при частоті 4 Гц, що відповідає ДСН 3.36.039 – 99.

## 7. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП ПРОЕКТУ

### 7.1 Опис ідеї проекту

Ідея проекту полягає у розробці онлайн додатку для онлайн візуалізації вибраної моделі лінолеуму у покупця вдома.

Таблиця 7. 1 – Опис ідеї стартап–проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Підтримка життєвого циклу аміакопроводу	Розробка додатку	Візуалізація вибраного продукту
	Онлайн перегляд лінолеуму на вибраній підлозі.	Змога зроби остаточний вибір у бік продукції.

На даний момент вже розроблена альфа версія додатку. Він гарантує ефективність вибору покупця та її підвищений дохід, покращення основних показників продажу тощо. Проект включає в себе створення технічної документації, програмного коду додатку комп'ютерного проектування. Також проект передбачає допомогу в впровадженні інновацій у сферу додатків на мобільні пристрої, вирішення проблем, що виникають у покупця та забезпечення всіма необхідними довідковими матеріалами, налагодження роботи додатку, його автоматизацію, оптимізацію підготовку персоналу для роботи з ним та допомогу при виникненні питань покупців.

Проведено попередній аналіз потенційних техніко-економічних переваг проекту порівняно із пропозиціями конкурентів:

- визначено перелік техніко-економічних переваг та характеристик стартапу;
- визначено попереднє коло конкурентів (проектів-конкурентів), що вже існують на ринку, та проведено збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку;
- проведено порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначено показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні); в) кращі значення (S, сильні), наведено в таблиці 7.2.

- Таблиця 7.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
	Мій проект	Кон- курент 1	Кон- курент 2	Конку- рент 3			
Вартість, грн	9300	12300	11600	13000	—	+	—
Продуктивність, т/год	55	25	18	24	—	+	—
Вихід бракованої продукції, т/год	0	0	0	0	—	+	—



Основною перевагою над конкурентами є: гарантоване отримання більш високих результатів за короткий термін роботи. Проект працює за трьома основними критеріями роботи – надійність, ефективність та якість обслуговування. Завдяки співпраці оновлене підприємство стане більш сучасним, підвищаться обсяги продажів. Тобто підприємство стане більш конкурентоспроможним на ринку в Україні та світі. Також одним з основних напрямків діяльності проекту є: створення нових робочих місць для працівників та можливість професійного росту при роботі .

## **7.2 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту**

Визначено ринкові можливості, які можна застосувати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть завадити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів–конкурентів.

Спочатку проведено аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (таблиця 7.4).

Зростання обсягів виробництва до 20018 року. Ця ситуація на ринку розроблення додатків датчиків пояснюється тим, що в країні постійно збільшувалася кількість споживачів яким потрібні продукт ,а саме лінолеум для ремонтних робіт та збільшення кількості незалежних онлайн програмістів.

Падіння обсягів виробництва апаратів в 2009-2011 роках. Негативна динаміка спостерігалася через фінансову кризу.

На мою думку на даний момент ринок онлайн додатків для візуалізації ремонтних робіт є новим і тому сприяє розробці нових ідей. Це пов'язано, насамперед із тим, що наша продукція користується попитом у населення України. Ця продукція є завжди актуальною. Статистика показує, що попит на дану продукцію є доволі стабільним як в нашій країні, так і за її межами.

Основні виробники додатків в Україні є незалежні працівники у сфері ІТ.

В таблиці 7.4 наведено попередні характеристики потенційного ринку стартап-проекту.

Таблиця 7.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
Кількість основних гравців, од	4
Загальний обсяг продаж, грн/ум. од	800
Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Масштабність
Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Підтримка всіх актуальних програмних забезпечень.
Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	60

За результатами аналізу таблиці я зробив висновок, що ринок є привабливим для входження за попереднім оцінюванням.

Надалі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (таблиця 7.5).

Таблиця 7.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Потреба в якості продукції, потреба в підвищенні якості вимірювання.	Населення України	Різне програмне забезпечення, наприклад: IOS, Android	- Якісна оптимізація; - підтримка та оновлення додатку.

Проводимо аналіз ринкового середовища: складаємо таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому заважають (таблиці 7.6, 7.7). Фактори в таблиці подавати в порядку зменшення цінності.

Фактори поділяються на внутрішньо маркетингові середовище та зовнішньо маркетингові середовище. До внутрішньо маркетингових факторів відносяться власний капітал стартап проекту, інтелектуальні ресурси, технологічні ресурси, матеріальні, місцезнаходження. До зовнішньо маркетингового середовища стартап проекту відносяться природні, політико–правові, соціально–культурні, економічні, науково–технічні і демографічного середовища.

Фактори загроз вносимо до таблиці 7.6.

Таблиця 7.6 – Фактори загроз

Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
Політико-правові «Закон України про підприємницьку діяльність» . «Закони України про ліцензування певних видів господарської діяльності».	Може вплинути на працездатність проекту, купівлю/продаж товару, або ресурсу необхідного для товару  Недостатня підтримка державою нових підприємців.  Дорого вартісні ліцензії, заборона на діяльність без ліцензії.	Відповідність вимогам законодавства України та країн з якими ведеться співпраця.
Економічні: інфляція, підвищення цін на матеріали	Впливає на купівлю/продаж товару, або ресурсу необхідного для товару	Підвищення/пониження ціни на продукт
Науково-технічні: Зміниться технологія виготовлення товару	Невідповідність технологій споживчих та послуг науково-технічному розвитку. «Консервативність споживачів до запровадження інновацій».	Постійний пошук та моніторинг актуальних тенденцій в обраній та в суміжних сферах діяльності. Інноваційна діяльність.
Демографічні: Зниження народжуваності та кількості населення.	Впливає на купівлю/продаж товару, або ресурсу необхідного для товару	Пошук нових клієнтів для виробництва.
Соціально-культурні: «Консервативність споживачів до запровадження інновацій».	Небажання споживачів купувати нове обладнання	Регулярне оновлення додатку.

Таблиця 7.7 – Фактори можливостей

Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
Науково-технічні Зміна технології виготовлення обладнання	Поява більш сучасних версій програмного забезпечення	Розробка нових версій додатку. Покращення оптимізації
Демографічні: Розвиток машинобудівної галузі	Збільшення населення, покращується попит на продукцію	Збільшення числа потенційних клієнтів в майбутньому.
Високий інтелектуальний потенціал компанії	Кваліфіковані, лояльні і добре мотивовані працівники як інструмент для досягнення конкурентних переваг	Оптимізація управління трудовими ресурсами; розробка методів, спрямованих на підвищення продуктивності праці

Надалі проводимо аналіз пропозиції: визначаються загальні риси конкуренції на ринку, отримані дані заносимо до таблиці 7.8.

Таблиця 7.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
Тип конкуренції: Монополістична	Товар кожної фірми, яка торгує на ринку, є недосконалим замінником товару, який реалізують інші фірми. Диференціація товарів створює можливість обмеженого впливу на ринкові ціни, так як багато споживачів зберігають прихильність до конкретної марки і фірми навіть при деякому підвищенні цін.	Компанія повинна робити ставку на основні відмінності своєї продукції (за якістю, економічністю, конкретними фізичними характеристиками). Велика кількість продавців виключає можливість змови, не дає особливо впливати на ринкові ціни.
За рівнем конкурентної боротьби: Національний	Менше компаній-конкурентів, за рахунок того, що іноземні компанії не конкурують з національними.	Першим кроком орієнтуватися та виходити на національний ринок, збирати зворотній зв'язок, проблеми та побажання. Охоплювати у співпраці максимальну кількість національних клієнтів, спілкуватися з ними особисто. Паралельно працювати над іміджем компанії.
3. За галузевою ознакою: Міжгалузева	Технологію встановлення датчиків можна використовувати для різногалузевих виробництв та процесів.	Створення удосконаленого програмного забезпечення, яке спрямоване на зниження затрат.
4. Конкуренція за видами товарів:	Під час прийняття рішення про купівлю клієнт буде обирати кращу за властивостями,	Підприємство орієнтоване на малий, середній та великий бізнес.

товарно-видова	або за ступенем вдоволення певних його потреб продукцію.	
5. За характером конкурентних переваг: цінова	За рахунок покращення з точки зору клієнта співвідношення ціна/якість підвищується конкурентоспромож- ність товару	Постійне спостереження та оцінка цінової політики на ринку. Регулювання ціни в комплексі з якістю товару. Просування товару методами, що використовують фактичні розрахунки переваг товару (у чисельному вигляді)
За інтенсивністю: марочна	Для вдалого просування, підвищення каналів збуту, кількості клієнтів та партнерів необхідно зарекомендувати себе, створити власне ім'я.	Створення логотипу, нанесення його (або назви) на продукт. Реклама в інтернеті. Збільшення кількості ділових контактів.

Після аналізу конкуренції проводимо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі за моделлю 5 сил М. Портера. Згідно цієї моделі розглядаємо 5 основних сил, які необхідно врахувати перед виходом на ринок, опис наведено в таблиці 7.9.

Таблиця 7.9 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Незалежні працівники у сфері ІТ.	Основні бар'єри входу на ринок: ефект масштабу великих компаній, недостатність інвестицій, обмежена можливість знати ІТ	Існує загроза інтегрування постачальників в бізнес (відома подібна практика закордоном)	-не конкурентно спроможний додаток -високі ціни на додаток -не якісні послуги	Інші фірми виробляють схожі додатки. Але на даний момент аналогів по показникам продуктивності немає

Висновки:	Основна перевага – досвід, відоме ім'я. Але, за рахунок інновацій, тісного контакту з клієнтом можна заробити імідж та отримати клієнтів.	Можливість входу на ринок існує. Потенційними конкурентами можуть стати схожі підприємства-новатори.	Постачальники загалом не диктують умови. На даний момент існує велика низка можливих постачальників. Мій продукт є доволі адаптовним для модифікованих компонентів.	Диктують умови на ринку: якщо співвідношення ціна/якість буде не співмірним, можуть відмовитися від продукту, оскільки є з чого вибрати.	Мінімальне обмеження через товари-замінники.
-----------	---	--	---	--	--



## **ВИСНОВКИ**

У результаті виконання дипломного проекту на тему «Лінія для виробництва лінолеуму з модернізацією вальців» отримані наступні результати:

1. Розглянуто галузі застосування лінії і проблеми її обслуговування.
2. Розглянуто технічні характеристики.
3. Проведено літературний пошук, в результаті якого розглянуто схожі машини і проаналізував проблеми схожих за конструкцією ліній для виробництва лінолеуму.
4. Описано конструкцію лінії для виробництва лінолеуму.
5. Проаналізував потрібні вимоги і застереження при роботі оператора за лінією та розроблено заходи з охорони праці.
6. Визначено стратегії збуту послуг, та вплив основних факторів на попит послуг, які надаються нашим проектом.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Патент № 2136417 (RU), МПК B21B35/14. Пристрій з'єднання прокатного валка зі шпинделем / А.А. Степанов. - Заявка № 20240567, 2003.04.23.
2. Патент № 2110342 (RU), МПК B21B35/14. Вузол сполучення прокатного валка зі шпинделем / Плахтинг В.Д, Модеев В.Ф.– Заявка №20098654, 08.01.2005.
3. Патент № 2113925 (RU), МПК B21B35/14. Вузол з'єднання прокатного валка зі шпинделем / А.М. Сороктин, Г.М Канев, Г.Л. Ступишин - Заявка №20028569, 04.06.2003.
4. Патент № 2109585. (RU), МПК B21B35/14. Пристрій для підтримки шпинделя / Румакив Н.Г., Лєвошіна Н.Т., Нєстеров А.Б.– Заявка № 21568024, 25.09.1995.
5. Патент №2175584. (RU) B21B35/14. Універсальний шарнір/ С.Б. Харченко.– Заявка №20070305, 2007.03.23.
6. Електронний ресурс <http://www.polymerbranch.com/equipment/3.html>
7. Суберляк О.В., Баштанник П.І. Технологія переробки полімерних матеріалів з використанням вторинної сировини – Київ.2006. - 270с.
8. Проектування формуючих пристроїв обладнання для переробки пластмас : навч. посіб. / О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, І. О. Мікульонок – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 130 с.
9. Сокольський О.Л., Сівецький В.І. Конструювання та розрахунок формуючого інструменту і оснастки для переробки пластмас. – К.: СПД Січкач, 2010. – 104 с.
10. Л.Б. Радченко, В.І. Сівецький – Основи моделювання і конструювання черв'ячних екструдерів.– К.: Політехніка, 2002.– 146 с.
11. Щербина В.Ю., Конструкторське проектування обладнання. Конспект лекцій [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2018. – 83 с. URL:<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25669>
12. Басов Н.И. Расчет и конструирование формующего инструмента для изготовления изделий из полимерных материалов. - М: Химия, 1991. – 351с.

13. Басов Н.І., Козаков Ю.Ю., Любартович В.А. – Розрахунок та конструювання обладнання для виробництва і переробки полімерних матеріалів – М.: 1986. – 486с.
14. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.
15. Юдіна Н. В. Визначення циклічних залежностей в економіці України на основі аналізу окремих макроекономічних показників. Економічний Вісник НТУУ «КПІ». №13(2016).
16. Юдіна Н. В. Антикризові маркетингові інструменти інноваційного розвитку підприємств / Н.В. Юдина // . – 2014. – Т. 1. – С. 80– 82.
17. Юдіна Н.В. Управління майбутнім на основі концепції інноваційного розвитку // Антикризове управління економікою України: нові виклики. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, КНЕУ ім. В.Гетьмана, 15-17 грудня 2015 року). – 2015. - С. 144-147.

## 8 ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

### Зміст:

1. Креслення загального виду машини	3
2. Специфікація креслення загального виду	4
3. Креслення вузла	5
4. Специфікація вузла	6
5. Схема збирання вузла	9
6. Операційна карта збирання вузла	13
7. Карта ескізів фундаменту і послідовності монтажу	16
8. Операційна карта монтажу машини	18
9. Схема змащування вузлів машини	20
10. Таблиця змащування	21



[illegible]



Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кіль- кість	Примітка
				<u>Документація</u>		
A4				Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1		Корпус	1	
		2		Вал-шестерня вхідний	1	
		3		Проміжний		
				Вал-шестерня	1	
		4		Вал вихідний	1	
		5		Кришка з отвором		
				вхідного валу	1	
		6		Кришка глуха		
				вхідного валу	2	
		7		Кришка проміжного		
				валу	2	
		8		Кришка вихідного валу		
				сквозна	1	
		9		Кришка глуха вихідного		
				валу	1	
		10		Кришка редуктора	1	
		11		Шестерня	1	
		12		Шестерня	1	
		13		Пробка рівня	1	
		14		Пробка зливна	1	
		15		Люк оглядовий	1	
				ЛП81.071244.004-70СП		
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Редуктор	
Розробив						
Перевірів						
Н.контр.						
Затв.					НТУУ ІХФ	
					Літер	Аркуш
						3





[illegible]

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

1	Корпус	1
---	--------	---

14
Пробка зливна
1



13
Пробка рівня
1



У1
----

Корпус

1
---



У4	Вал вихідний	1
----	-----------------	---

33	Масловідбійне кільце	1
----	-------------------------	---



12	Шестерня	1
----	----------	---



40	Шпонка	1
----	--------	---



33	Масловідбійне кільце	1
----	-------------------------	---



39	Підшипник	1
----	-----------	---



39	Підшипник	1
----	-----------	---



4	Вал вихідний	1
---	-----------------	---

32	Масловідбійне кільце	1
----	-------------------------	---



11	Шестерня	1
----	----------	---



34	Шпонка	1
----	--------	---



32	Масловідбійне кільце	1
----	-------------------------	---



38	Підшипник	1
----	-----------	---



38	Підшипник	1
----	-----------	---



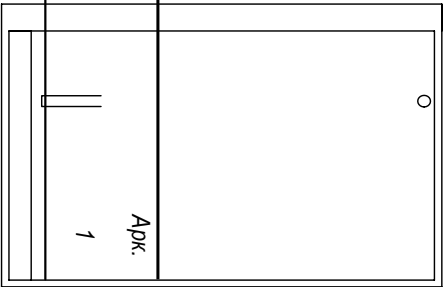
3	Проміжний вал -шестерня	1
---	----------------------------	---



У3	Проміжний вал -шестерня	1
----	----------------------------	---



1

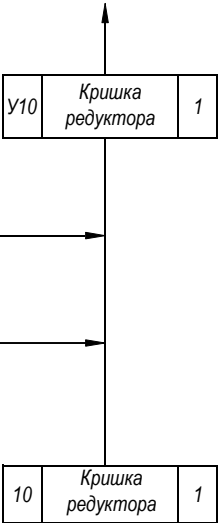
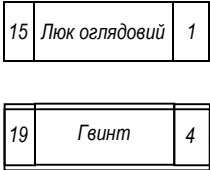
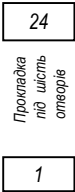
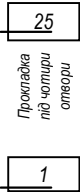
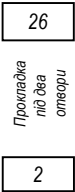
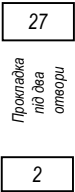
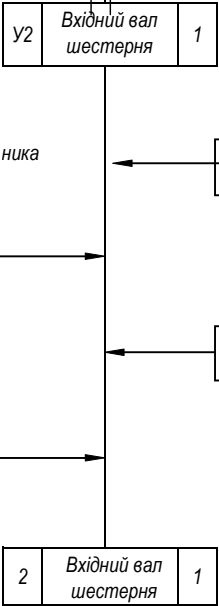
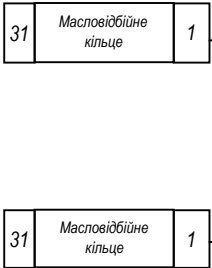


Арк.

1

1

Встановити пазом до подшипника



2



2

У8 Кришка вихідного валу 1

35 Войлочне кільце 1

30 Ущільнююче кільце 2

8 Кришка вихідного валу 1

42 Прес-маслянка 1

У7 Кришка проміжного валу 1

29 Прес-маслянка 2

7 Кришка проміжного валу 1

6

Кришка вхідного валу

1

3

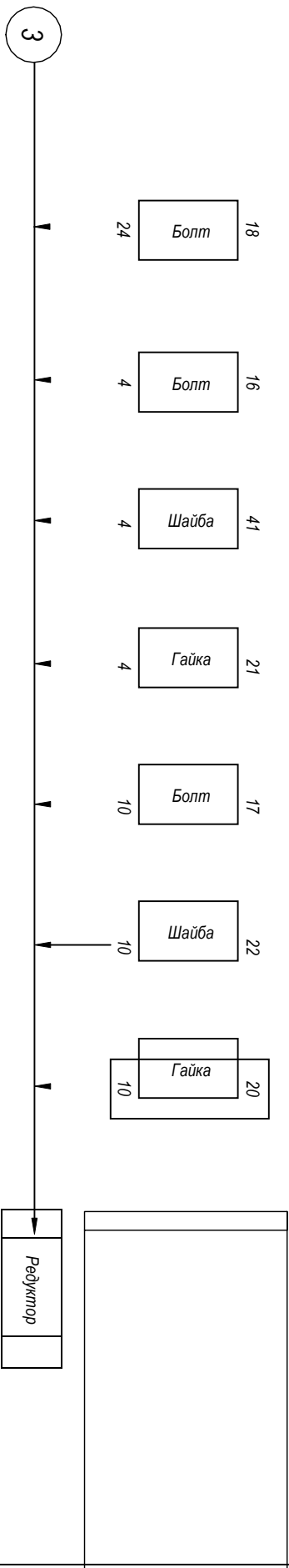
У5 Кришка з отвором 1

28 Прес-маслянка 1

23 Войлочне кільце 1

5 Кришка з отвором 1





Інв.№ дубл.

Підпис і дата

зам. Інв. №

Інв. № дубл.

Підпис і дата

Операційна карта  
слюсарних, слюсарно-складальних та  
електромонтажних робіт

№  
цеха

№  
участка

№  
операції

НАЙМЕНУВАННЯ ОПЕРАЦІЇ

Обладнання (найменування, модель)

Зміст переходу

Технологічний режим

К-кість

Прийомні (код  
та  
найменування)

Інструмент (код та  
найменування)

Т<sub>о</sub>,  
хв.

1

В корпус 1 загвинтити пробку зливну 14 , та пробку рівня 13

пробка зливна 14  
пробка рівня 13

1  
1

Ключ

1

2

На вихідний вал 4 надіти масловідбійне кільце 33. Напресувати підшипник 39. Встановити шпонку 40 та напресувати шестерню 12. Надіти масловідбійне кільце 33 та напресувати підшипник 39 . Встановити вузол вала вихідного 4 в корпус 1 у відповідному місці вихідним кінцем вала у ліву сторону дивлячись на пробку рівня 13

Вихідний вал 4  
Підшипник 39  
Шпонка 40  
Шестерня 12  
Масловідбійне кільце 33  
Корпус 1

1  
2  
1  
1  
2  
1

Прес  
Прес

Надставка  
Молоток  
Надставка

15

3

На проміжний вал-шестерню 3 надіти масловідбійне кільце 32 та напресувати підшипник 38 Встановити шпонку 34 та напресувати шестерню 11 .Надіти масловідбійне кільце 32 та напресувати підшипник 38 . Вузол проміжного вала-шестерні 3 встановити в корпус 1

Підшипник 38  
Шпонка 34  
Масловідбійне кільце 32  
Корпус 1  
Шестерня 11

2  
1  
2  
1  
1

Прес  
Прес

Надставка комбінована  
Молоток

7.4

4

На вхідний вал-шестерню надіти масловідбійне кільце 31 та напресувати підшипник 37 встановити пазом до підшипника масловідбійне кільце 31 та напресувати підшипник 37

Підшипник 37  
Масловідбійне кільце 31

2  
2

Прес  
Прес

Надставка  
Надставка

Арк.  
1  
Аркушів

Розроб.  
Перевірив

Вим. Аркуш № документа Підпис Дата Вим. Аркуш № документа Підпис Дата Н.Контр.

Інв. № дубл.

Підпис і дата

зам. інв. №

Інв. № дубл.

Підпис і дата

ЗБЕРАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ І ПЕРІОДАМІ ВСТАНОВЛЕННЯ РЕДУКТОРА

Номер операції

Номер переходу	Зміст переходу	Технологічний режим	К-кість	Пристосування (код та найменування)	Інструмент (код та найменування)	Т <sub>о</sub> , хв.
	Вузол проміжного вала-шестерні 2 встановити в корпус 1	Вап - МЕСТЕРНЕ 2	1			5,5
		Корпус 1	1			
5	Встановити на корпус 1 прокладки послідовно : під два отвори 27,під один отвір 26, прокладка під отвори 27 під чотири отвори 25, під шість отворів 24 .	прокладка під отвір 26	1			
		прокладка під отвори 25	1			
		прокладка під отвори 24	1			
		Корпус 1	1		Викрутка	4
6	В кришку редуктора 10 пригвинтити гвинтами 19 люк смотровий 15. Кришку редуктора 10 встановити на корпус 1	Кришка редуктора 10	1			
		Гвинт 19	4			
		Люк смотровий 15	1			3
		Корпус 1	1			
7	Встановити у відповідні отвори клинові штифти 36 і забити їх до упору	Клинові штифти 36			Молоток	
	Встановити кришку глуху 9 вихідного вала в корпус 1	Кришка глуха 9	1			1,1
		Корпус 1	1		Викрутка	
8	Встановити в кришку глуху 8 вихідного вала ущільнюючі кільця 30 та войлочне кільце 35	Ущільнююче кільце 30				
	Загвинтити прес-маслянку 42 в кришку 8 .Вузол кришки 8 вихідного вала встановити на корпус 1.	Войлочне кільце 35	1			
		Кришка глуха 8	1			
		Прес-маслянка 42	1			
		Корпус 1	1		Викрутка	3
9	Загвинтити прес-маслянку 29 в кришку 7 проміжного вала і встановити її в корпус 1	Корпус 1	1			
		Прес-маслянку 29	1			
		Кришка 7	1			1,3
				Розроб.		Арк.
				Перевір.		
				Н.Контр.		2
	Вим. Аркуш № документа Підпис Дата	Вим. Аркуш № документа	Підпис Дата			



Інв.№ дубл.		Підпис і дата		зам. інв.№		Інв. № дубл.		Підпис і дата				
Збераннє і єдине історичне встановлення редуктора.						Номер операції						
Номер переходу	Зміст переходу					Технологічний режим	К-кість	Пристосування (код та найменування)	Інструмент (код та найменування)	Т, хв.		
	10	Встановити кришку 6 вхідного вала на корпус 1					КРПМКА 6	1		Ключ	1,1	
	11	В кришку 5 з отвором встановити войлочне кільце 23 та загвинтити прес маслянку 28 . Встановити кришку 5 на корпус 1					КОРМУС 1	1				
							КРПМКА 5	1				
	12	Пригвинтити кришки валів болтаими 18 до корпусу 1 .Надіти шайби 41 та 22 на болти відповідно 16 та 17, та нагвинтити гайки відповідно 21 та 20.					МРЕС МАСНЕНКА 28	1				
							КОРМУС 1	1				
							ВОНТ 18					Ключ
							Шайба 41					
							Шайба 22					
							ВОНТ 16					
ВОНТ 17												
13	Перевірити ра працездатність обертанням вручну вхідного валу він повинен працювати без скрипів , зіідань з рівномірним обертанням .					КОРМУС 1	1					
						Гайка 21		Ключ				
						Гайка 20						
14	Через люк смотровий залити рідке мастило до рівня пробки 13 , люк смотровий встановити на місце .									0,5		
15	Провести остаточну підтяжку крипіжа редуктора.									7		
						Розроб.				Арк.		
						Перевір.						
Вим. Аркуш № документа Підпис Дата Вим. Аркуш № документа Підпис Дата						Н.Контр.				3		

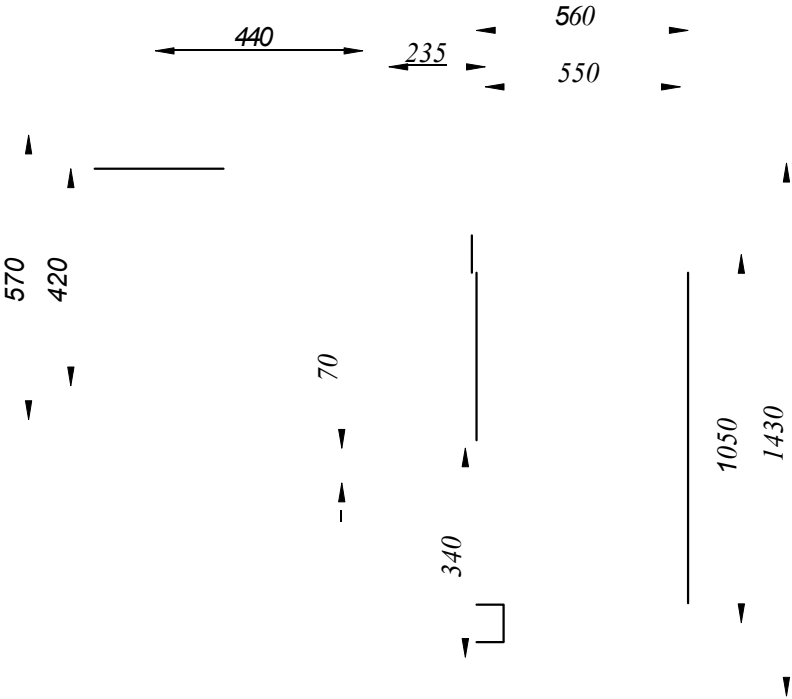
Картаескізів

Літера

Номер операції

1 2 3 4

4колодца120х120х550  
контурстаниныпресса



6колодца150х150х610

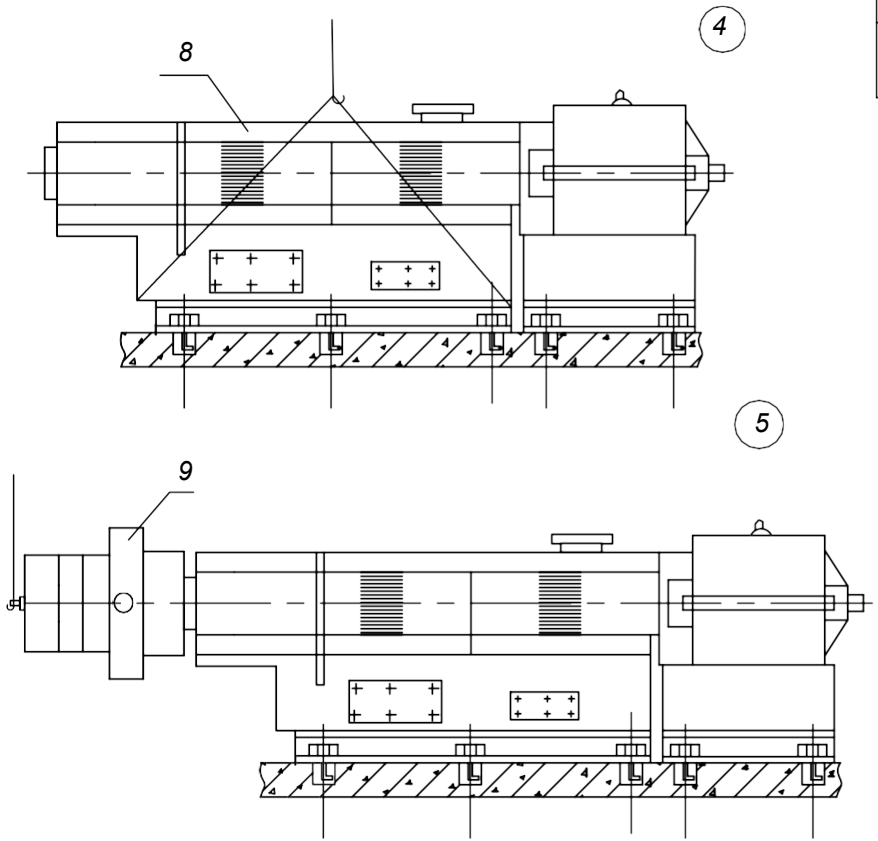
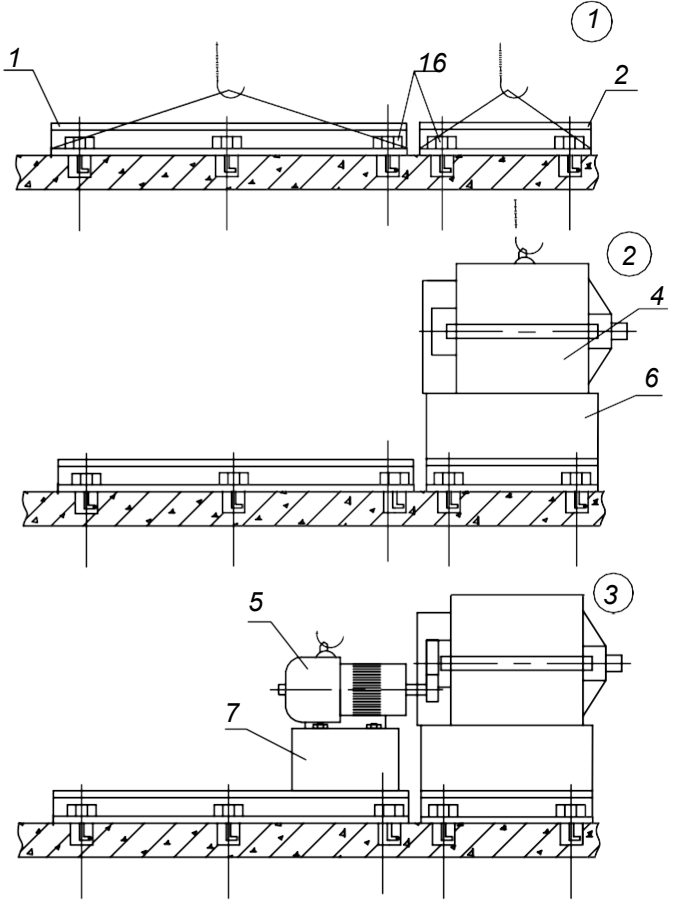
Студент  
Консульт.

Прізвище І.Б. Підп.

Дата

Лист  
Листів

Інв.№Підп.	Підпистадата	Взон.інв.№	Інв.№дубл.	Підпис та дата										
Картаескізів					Літера									



Номер операції									
1	2	3	4						

Студент				Лист
Консульт.				Листів
Прізвище І.Б. Підп. Дата				

				Операційна карта Слюсарно-збиральних робіт													
№ цеха	№ участ.	№ місця	№ опер.	Найменування операції							Обладнання						
				Монтаж преса черв'ячного ЧП90х30													
№ пере-хіда	Зміст переходу								Техноло-гічний режим		К-ть	Пристосування (код, найменування)		Інструмент (код, найменування)		То	
1.	Застропити і підняти підставку 1 екструдера. Наживити фундаментні болти 16 на підставку 1 і опустити підставку за місцем. Повторити цю операцію з підставкою 2 редуктора 4 та підставкою 3 електродвигуна 5.								Підставка 1,2,3		1,1,1	Кран підйомний				18	
	Стропити стіл 6 за монтажні петлі і опустити на підставку 2. Вставити болти 11 в отвори стола і наживити їх. Стропити редуктор 4 за монтажні петлі і опустити на стіл 6, вставити болти 12 в отвори корпусу редуктора 4 і столу 6 і наживити їх.								Фундаментний болт 16		14	Q=3 т					
	Стропити стіл 7 за монтажні петлі і опустити на підставку 3. Вставити болти 13 в отвори стола і наживити їх. Стропити електродвигун 5 чалками і опустити на стіл 7, вставити болти 14 в отвори лап двигуна і наживити їх.											трос а=20					
2	Стропити стіл 6 за монтажні петлі і опустити на підставку 2. Вставити болти 11 в отвори стола і наживити їх. Стропити редуктор 4 за монтажні петлі і опустити на стіл 6, вставити болти 12 в отвори корпусу редуктора 4 і столу 6 і наживити їх.								стіл 6		1	Кран підйомний		Гайковий ключ		16	
	Стропити екструдер 8 за монтажні петлі і опустити на підставку 1. Вставити болти 15 в отвори екструдера 8 і наживити їх.								редуктор 4		1	Q=3 т		S=20			
									Болт 11, 12								
3	Стропити стіл 7 за монтажні петлі і опустити на підставку 3. Вставити болти 13 в отвори стола і наживити їх. Стропити електродвигун 5 чалками і опустити на стіл 7, вставити болти 14 в отвори лап двигуна і наживити їх.								стіл 7		1	Кран підйомний		Гайковий ключ		16	
	Стропити екструдер 8 за монтажні петлі і опустити на підставку 1. Вставити болти 15 в отвори екструдера 8 і наживити їх.								електродвигун 5		1	Q=3 т		S=20			
									Болт 13, 14								
4	Стропити екструдер 8 за монтажні петлі і опустити на підставку 1. Вставити болти 15 в отвори екструдера 8 і наживити їх.								екструдер 8		1	Кран підйомний		Гайковий ключ		8	
									Болт 15			Q=6,3 т		S=20			
												трос а=20					
											Розробив					Лист	
											Перевірив					1	
											Керівник					Лист	
																2	
	Ізм	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Ізм	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Затвердив.						

				<div>Операційна карта</div> <div>Слюсарно-збиральних робіт</div>								ЛП-11.05 7244.001-70 TE																																					
<div>№ цеха</div>				<div>№ участ.</div>				<div>№ місця</div>				<div>№ опер.</div>				<div>Найменування операції</div>						<div>Обладнання</div>																											
<div>№ пере- хіда</div>				<div>Зміст переходу</div>										<div>Технолог ічний режим</div>		<div>К-ть</div>		<div>Пристосування (код, найменування)</div>		<div>Інструмент (код, найменування)</div>		<div>То</div>																											
5				Стропити головку трубну 9 чалками і приєднати до екструдера 8.										головка трубна 9		1		Кран підйомний				8																											
																		Q=3 т																															
6				Затягнути фундаментні болти після затвердіння бетону.																		15																											
7				З'єднати вал електродвигуна 5 і вихідний вал редуктора 4, муфтою 10.										Муфта 10								30																											
				Вихідний кінець редуктора з'єднати 4 з'єднати з екструдером 8.																																													
8				Затянути болти і стопорити їх контргайками.																Гайковий ключ		20																											
																				S=20																													
9				Перевірити плавність обертання валів поворотом вручну муфти 10.																		5																											
																						136																											
																Розробив						Лист																											
																Перевірів						2																											
																Керівник						Лист																											
				Ізм				Лист				№ докум				Підпис				Дата				Ізм				Лист				№ докум				Підпис				Дата				Затвердив.					

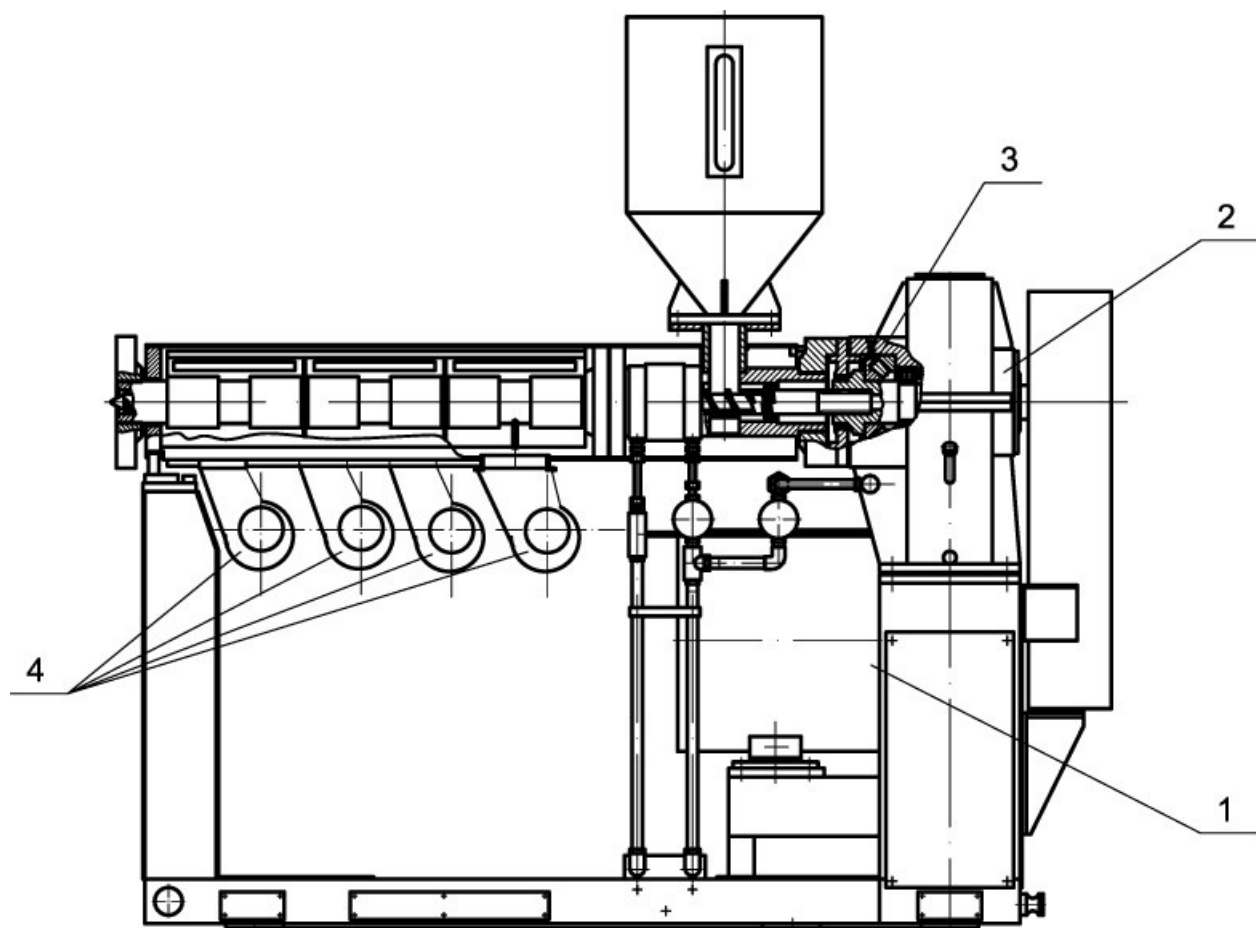


Схема змащування пресу черв'ячного ЧП 90х30

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№по- зиції	Найменування і позначення змащуємого вузла	Найменування змащувального матеріалу	Кількість точок змащування	Спосіб нанесення мастила	Періодичність	Примітка
1	Підшипники ротора електродвигуна приводу черв'ячного преса	УС-3(Т) ГОСТ1033-51	2	Потрібно заповнити порожнину корпусу підшипника на 2/3 мастилом, потім раз на три місяці добавляти в кожен порожнину 70 г мастила.	Зміну мастила проводити після промивки підшипників один раз в 6-8 місяців	
2	Редуктор	Солідол М та мастило індустріальне 30, ГОСТ 20799-75	5	Підшипники редуктора змащуються за допомогою прес-мастилок, для змащування зубчастих коліс мастило заливається у порожнину редуктора крізь оглядове вікно.	Перший раз після місячної експлуатації, потім 1 раз в 6 місяців	
3	Вузол опірною підшипника	Мастило ТАП -15 ГОСТ23652-79	3	До місць змащування мастило попадає по системі вимушеного змащування від насоса типу 12С76-НМ	Перший раз після місячної експлуатації, потім 1 раз в 4 місяці	Продуктивність однієї точки насоса за один подвійний хід плунжера 0,35см <sup>2</sup> . Максимальна витрата мастила 2л/год при найбільшому протитиску 50кГ/см <sup>2</sup>
4	Підшипники електродвигунів вентиляторів	Згідно інструкції заводу-виробника				